

В СТК ДОСААФ

ПРИЕМНИК ПРЯМОГО ПРЕОБРАЗОВАНИЯ

Ю. МЕДИНЕЦ

Этот приемник можно рекомендовать любителям-коротковолновикам и ультракоротковолновикам.

Как известно, принцип его работы основан на непосредственном преобразовании принимаемого сигнала в низкочастотный с помощью гетеродинного преобразователя (а не на использовании амплитудного детектора, как в приемнике прямого усиления). Напряжение гетеродина играет роль несущей. Чувствительность приемника определяется каскадами, следующими за гетеродинным преобразователем; избирательность — частотной характеристикой усилителя низкой частоты.

Одна из наиболее важных частей приемника — усилитель низкой частоты с коэффициентом усиления около 10^6.

Принципиальная схема приемника приведена на рис. 1. На транзисторе *T1*, включенном по схеме с

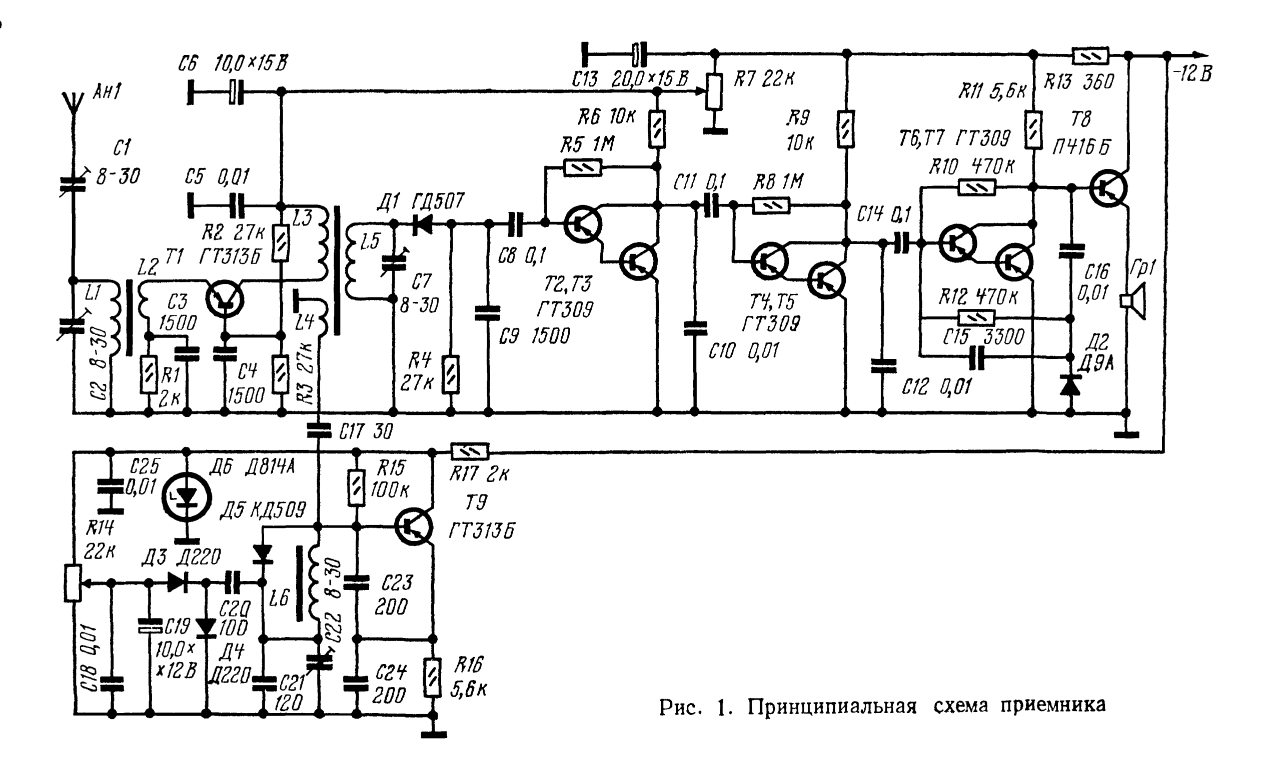


Рис. 1. Принципиальная схема приемника

общей базой, выполнен усилитель высокой частоты. Необходимая связь антенны со входом усилителя ВЧ и настройка входного контура осуществляется конденсаторами *C1* и *C2*. Входное сопротивление каскада — 30—50 Ом, выходное — десятки килоом.

С выхода усилителя ВЧ сигнал подается на контур смесителя *L5C7*. Сюда же поступает и сигнал гетеродина. Смеситель выполнен на диоде *Д1*. Его нагрузка — высокоомная, что выгодно с точки зрения чувствительности. Однако сигнал мощного передатчика, работающего в полосе пропускания усилителя ВЧ, в этом случае непосредственно детектируется смесительным диодом.

Для увеличения помехозащищенности приемника смесительный диод следует подключать к части контурной катушки, соответственно уменьшив сопротивление резистора *R4*. Можно также использовать балансную схему смесителя. Лучшим диодом для работы в смесителе является ГД507.

Напряжение низкой частоты, представляющее собой напряжение биения между второй гармоникой сигнала гетеродина и принимаемым сигналом с выхода смесителя, подается на усилитель НЧ (транзисторы *Т2—Т8*). Первые два каскада усилителя одинаковы и выполнены на составном транзисторе. Каждый из каскадов усиливает сигнал почти в сто раз. Без подбора резисторов в них могут работать транзисторы любых групп в пределах одного типа (в частности ГТ309А — ГТ309Г). Входное сопротивление каскада — десятки килоом, выходное — сотни ом. Это позволяет применять переходные конденсаторы малой емкости и свести к минимуму паразитную обратную связь, которая возникает из-за внутренних сопротивлений транзисторов. Обычно она охватывает весь усилитель, так как входное сопротивление последующего каскада шунтирует выходное сопротивление предыдущего.

Третий каскад усилителя НЧ отличается от первых двух наличием на выходе эмиттерного повторителя (транзистор *Т8*). Каскад работает в режиме класса А. Для того чтобы сделать его экономичным, введена регулировка рабочей точки по огибающей сигнала. Работает каскад следующим образом. Начальное смещение на базе транзистора *Т6* выбрано таким, что транзистор

Т7 близок к насыщению. Напряжение на коллекторе — около нуля. Ток, протекающий через транзистор *Т8*, очень мал, и каскад практически не потребляет энергии. Как только появляется сигнал, появляется и ток в цепи *С16Д2*. Конденсатор *С16* заряжается до пикового значения переменного напряжения (плюс на нижней, по схеме, обкладке). Положительное напряжение через резистор *R12* подается на базу транзистора *Т6*, рабочая точка смещается (составной транзистор немного закрывается), и сигнал проходит неискаженным. Чем больше амплитуда переменного напряжения, тем больше смещается рабочая точка. Искажения от переходного процесса незаметны, поскольку постоянная времени заряда конденсатора выбрана достаточно малой, а постоянная времени разряда конденсатора через резистор *R12* — достаточно большой. Другими словами, помехи, образующиеся от переходных процессов, лежат вне спектра сигнала НЧ.

Гетеродин выполнен на транзисторе *Т9*. Он генерирует половинную частоту, что позволяет повысить стабильность частоты и получить достаточно малое напряжение ВЧ, необходимое для работы смесителя. Так как входной контур приемника не настроен на частоту гетеродина, практически устраняется «просачивание» сигнала гетеродина на вход приемника.

Диод *Д5*, включенный параллельно колебательному контуру гетеродина, ограничивает амплитуду колебаний до уровня «ступеньки» вольтамперной характеристики.

Настройка гетеродина (то есть приемника, поскольку в узких любительских диапазонах перестраивать контуры усилителя ВЧ не имеет смысла) осуществляется варикапами, в качестве которых используются кремниевые диоды Д220 (*Д3, Д4*). Напряжение смещения на них подается с части переменного резистора *R14*, которая зашунтирована конденсаторами *С18* и *С19* (чтобы уменьшить скачки частоты и шорохи при настройке).

Усиление приемника регулируют переменным резистором *R7*, изменяя напряжение питания усилителя ВЧ и первого каскада усилителя НЧ.

Монтаж приемника выполнен способом горячего вдавливания (см. «Радио», 1968, № 11) на полистироловой панели, фольгированной с одной стороны. Расположение основных элементов показано на рис. 2.

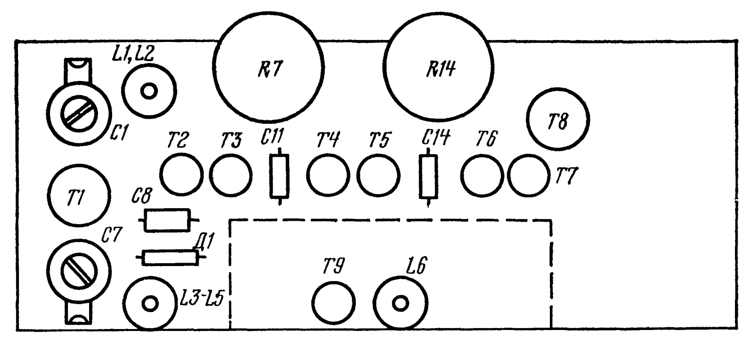


Рис. 2. Расположение основных элементов приемника

Автором делались попытки использовать печатный монтаж, но устойчивое усиление оказывалось меньшим, чем при монтаже вдавливанием. Единственный вариант печати, пригодный для усилителя НЧ с таким высоким коэффициентом усиления,— двусторонняя, со сплошным корпусным слоем фольги с одной стороны. На другой стороне располагают сигнальные проводники. Никаких соединений с корпусом, кроме соединения нужных выводов элементов непосредственно с корпусом в месте крепления, не должно быть (если два и более проводников, идущих к корпусу, соединить вместе, а место соединения — с корпусом, то общий провод образует сопротивление, общее для разных цепей; это иногда может послужить причиной самовозбуждения усилителя).

В приемнике, рассчитанном для работы в нормальных условиях, используют германиевые диффузионные транзисторы, в частности наиболее распространенные из них ГТ309. Для расширения температурного диапазона во всех каскадах (кроме эмиттерного повторителя) можно применить кремниевые транзисторы, например КТ315. В качестве транзистора *Т9* в этом случае лучше использовать транзисторы серии КТ312, но тогда необходимо изменить полярность диодов *Д2—Д4,* а также полярность источника питания. При замене германиевых транзисторов современными кремниевыми чувствительность приемника повышается.

Катушки высокочастотных контуров (см. табл.) намотаны на кольцевых сердечниках из феррита 30ВЧ-2 (типоразмер К7×4×2). Их можно приклеивать непосредственно к плате.

Обозначение по схеме	Диапазон, МГц					
	3,5	7	14	21	28	144
L1	90	48	24	28	12	3
L2	6	4	3	2	2	1
L3	90	48	24	18	12	3
L4	4	2	1	1	1	1
L5	90	48	24	18	12	3
L6	90	48	24	18	12	3

Налаживание собранного приемника заключается прежде всего в проверке монтажа и измерении режимов работы транзисторов. Напряжение на коллекторах составных транзисторов в первых двух каскадах усилителя НЧ равно 1—4 В, в последнем — 0,3—1 В. При замыкании на корпус базы транзистора *Т6* коллекторное напряжение приближается к напряжению питания. Напряжение на эмиттере транзисторов *Т1* и *Т9* должно составлять примерно половину коллекторного и уменьшаться до нуля при соединении базы транзисторов с корпусом. В нормально работающем приемнике при настройке контура смесителя в резонанс на вторую гармонику гетеродина шумы возрастают в два-три раза. Если этого не происходит, следует попробовать включить последовательно с диодом *Д5* еще один такой же диод или исключить диод совсем. Если при максимуме шумов при изменении емкости конденсатора *С7* приемник возбуждается, следует заменить кремниевый диод КД509 германиевым из серии Д9 Хорошо налаженный приемник дает на выходе шумы напряжением в десятые доли вольта.

Во время налаживания приемника нужно остерегаться коротких замыканий, когда через какую-либо катушку может протекать большой постоянный ток (ферритовый стержень намагничивается и уменьшается добротность). Размагничивание с помощью дросселя позволяет восстановить добротность до 70—80.

Достижимая чувствительность приемника — 0,1 мкВ (сопротивление нагрузки 70 Ом в полосе частот 3 кГц, отношение сигнал/шум равно 1). При входном напряжении около 10 мкВ появляется перекрестная помеха,

образующаяся из-за детектирования сигнала в полосе пропускания усилителя ВЧ диодом смесителя. Таким образом, динамический диапазон высокочастотного тракта составляет примерно 40 дБ. Для увеличения динамического диапазона следует применять балансный сме-

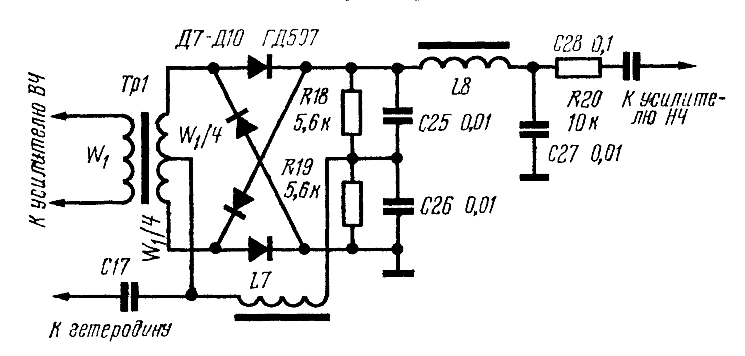


Рис. 3. Принципиальная схема балансного смесителя

ситель, схема которого приведена на рис. 3. Обмотка трансформатора *Тр1*, подключаемая к усилителю ВЧ, содержит в два раза больше витков, чем вторая обмотка трансформатора.

ТРАНЗИСТОРНЫЙ ВОЗБУДИТЕЛЬ С ЭЛЕКТРОННОЙ ПЕРЕСТРОЙКОЙ

В. АЛДАБАЕВ, В. ВОЛКОВ

Одним из основных требований, предъявляемых к возбудителям передатчиков, является высокая стабильность частоты генерации. Уход частоты за время одной радиосвязи не должен превышать 40—50 Гц (стабильность около $1{,}5 \cdot 10^{-5}$ для диапазона 80 м), время выбега частоты при включении должно быть минимальным. Возбудитель должен также обладать достаточной линейностью перестройки частоты, малым выходным сопротивлением и хорошей развязкой от мощных оконечных каскадов передатчика, обеспечивать постоянство амплитуды напряжения возбуждения при малом содержании гармоник.

Лабораторные исследования показали, что этим требованиям отвечает автогенератор, схема которого изображена на рис. 1. В силу особенностей транзистора по сравнению с электронной лампой (низкие входное и выходное сопротивления, большая крутизна характеристики и т. д.), оптимальная связь транзистора с колебательным контуром в целях обеспечения высокой стабильности частоты может быть просто реализована только при частичной емкостной связи. Под оптимальной подразумевают такую связь, при которой входное и выходное сопротивления транзистора вносят минимальные потери в контур и в то же время обеспечен устойчивый режим возбуждения генератора.

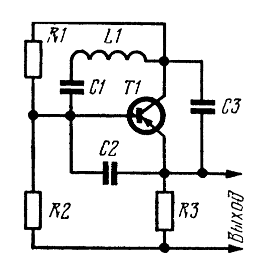


Рис. 1. Принципиальная схема автогенератора

Устойчивый режим автогенерации оценивают величиной коэффициента регенерации α_t, который для описываемого автогенератора при оптимальной связи не должен превышать трех. Оптимальная связь контура с транзистором определяется, во-первых, соотношением емкостей *C1—C3,* во-вторых, параметрами транзистора и, в третьих, выбором его режима. Для обеспечения хорошей термостабильности положения рабочей точки на характеристике транзистора его коллекторный ток должен быть в пределах 1—2 мА, а транзистор следует выбрать такой, у которого предельная частота при включении по схеме с общим эмиттером более чем вдвое превосходит рабочую частоту автогенератора.

Можно показать, что потери, вносимые в колебательный контур транзистором и резисторами *R1, R2,* в большинстве случаев минимальны при

$$k = \frac{C3}{C2 + C3} \approx \frac{1}{3}.$$

Если приведенная емкость цепи обратной связи автогенератора

$$C_{\text{о.с}} = \frac{C3 \cdot C2}{C3 + C2},$$

то, пользуясь методикой, изложенной в книге Г. Т. Ши-

тикова «Стабильные диапазонные автогенераторы» (М. «Советское радио», 1965), можно написать:

$$C_{\text{о.с}} = \frac{1}{\omega}\sqrt{\frac{S_{\text{тр}} \cdot k(1-k)}{\alpha_i \cdot r_{\text{к}}}},$$

где ω — частота автогенератора, рад/с; $S_{\text{тр}}$ — крутизна характеристики транзистора в рабочей области частот, мА/В; k — коэффициент обратной связи; $r_{\text{к}}$ — сопротивление катушки контура, равное $r_{\text{к}} = \frac{\omega \cdot L_{\text{к}}}{Q}$, Ом; Q — добротность катушки контура; $L_{\text{к}}$ — индуктивность катушки, Г.

Крутизна характеристики большинства биполярных транзисторов в рабочей области частот при токе коллектора 1—2 мА составляет 30—70 мА/В. Подставив указанные значения величин, можно получить формулу, пригодную для практических расчетов:

$$C_{\text{о.с}} = \frac{2{,}4 \cdot 10^3}{f}\sqrt{\frac{S_{\text{тр}}}{\alpha_i \cdot r_{\text{к}}}} \approx \frac{10^4}{f\sqrt{r_{\text{к}}}},$$

где f — в МГц, а $C_{\text{о.с}}$ — в пФ. Емкости *C2* и *C3* легко рассчитать из соотношений:

$$C3 = 3C_{\text{о.с}},\ C2 = 0{,}5 \cdot C3.$$

Осталось определить емкость *C1* и индуктивность $L_{\text{к}}$. При этом следует учитывать, что с уменьшением емкости *C1* уменьшается связь транзистора с контуром и повышается стабильность частоты автогенератора. Уменьшение емкости *C1* ограничено величиной собственной емкости катушки контура. Как показывает практика, емкость *C1* должна быть в 5—10 раз больше собственной емкости катушки. Поскольку обычно $C1 \ll C_{\text{о.с}}$, индуктивность $L_{\text{к}}$ катушки можно рассчитать по известной формуле:

$$L_{\text{к}} \approx \frac{2{,}53 \cdot 10^4}{f^2 \cdot C1},$$

где $L_{\text{к}}$ — в мкГ, f — в МГц, а *C1* — в пФ.

Обычно для получения высокой термостабильности рабочей точки транзистора в его эмиттерную цепь включают резистор сопротивлением 500 Ом и более. Если учесть, что в этом случае ток через транзистор прямо пропорционален напряжению на его базе, а крутизна

характеристики транзистора изменяется прямо пропорционально току через него, легко показать, что

$$\alpha_i = \frac{U_{\text{пит}}}{U_{\text{пит. мин}}},$$

где $U_{\text{пит}}$— напряжение источника питания автогенератора;

$U_{\text{пит. мин}}$— минимальное напряжение питания, при котором еще возникает автогенерация.

Таким образом, имеется возможность экспериментально определить коэффициент регенерации α_i и проверить правильность выбора элементов для обеспечения наибольшей стабильности при выбранной добротности катушки. Если экспериментально определенное значение коэффициента регенерации находится в пределах 2—3, устройство дополнительной регулировки не требует. При $\alpha_i > 3$ $C_{\text{ос}}$ необходимо увеличить. Если $\alpha_i < 2$, $C_{\text{ос}}$ нужно уменьшить. Соотношение между *C3* и *C2* необходимо сохранить неизменным. Применение катушки с большей добротностью позволяет увеличить кратковременную стабильность частоты. Для достижения еще большей температурной стабильности частоты необходимо применять термокомпенсацию.

В соответствии с изложенной методикой был рассчитан и изготовлен возбудитель для трансивера, имеющий следующие характеристики: интервал частот перестройки — от 3,5 до 3,65 МГц с перекрытием по краям не менее 2%, выходное напряжение — 0,65 В на нагрузке 75 Ом при длине кабеля до 3 м, изменение амплитуды выходного напряжения в интервале частот перестройки не превышает 0,5 дБ на согласованной нагрузке 75 Ом, выходное сопротивление возбудителя — около 3 Ом, коэффициент нелинейных искажений выходного сигнала на нагрузке 75 Ом не превышает 5%.

Напряжение управления перестройкой частоты изменяется в пределах от 3 до 8 В. Крутизна перестройки частоты плавно уменьшается с 48 в начале интервала до 20 кГц/В в конце. Время установления режима возбудителя после его включения не превышает 15 мин. Температурный коэффициент частоты возбудителя после установления режима максимальной стабильности равен $5 \cdot 10^{-6}\,°C^{-1}$. Изменение частоты, вызываемое работой выходных каскадов передатчика (реакция передат-

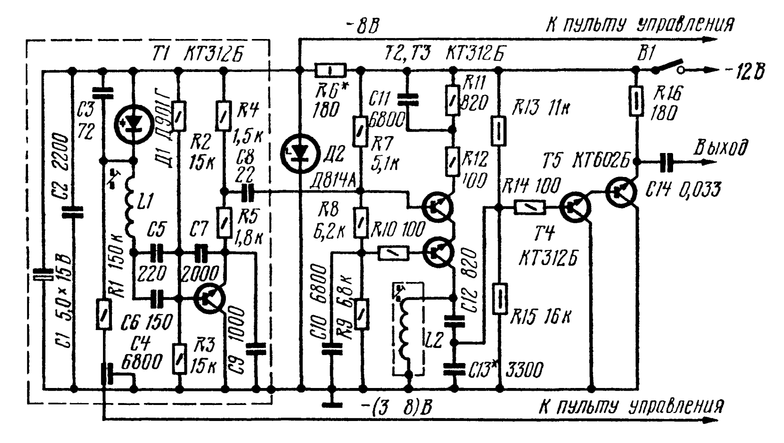


Рис. 2. Принципиальная схема возбудителя

чика), при переходе с приема на передачу не превышает $3 \cdot 10^{-6}$ от установленной частоты.

Питается возбудитель от источника постоянного напряжения 12 В при уровне пульсации не более 1%. Ток, потребляемый возбудителем от источника питания, не превышает 40 мА. Возбудитель допускает круглосуточную работу без перерывов при окружающей температуре от —20 до +60°С.

Принципиальная схема возбудителя показана на рис. 2. Возбудитель собран на пяти кремниевых транзисторах. Автогенератор выполнен на транзисторе *Т1* по схеме емкостной трехточки. Коэффициент регенерации выбран примерно равным двум.

Устройство управления перестройкой частоты с электронным нониусом, используемое в возбудителе, было подробно описано в журнале «Радио» (1972, № 10, с. 18) и поэтому здесь не приводится. Тем не менее электронный способ перестройки частоты с помощью варикапа не лишен недостатков, таких, как малое перекрытие варикапа по емкости, уменьшение добротности контура от включения варикапа и вариация ее в соответствии с приложенным напряжением управления, трудности, связанные с обеспечением высокой стабильности частоты возбудителя из-за значительного ТКЕ варикапов. Для устранения отмеченных недостатков начальное напряжение управления увеличено до 3 В. Это позволило

снизить нелинейность перестройки частоты, а также исключило влияние ВЧ сигнала с большой амплитудой на форму резонансной кривой контура с варикапом *Д1* без сужения рабочего интервала перестройки частоты. Увеличение начального напряжения управления, кроме этого, увеличивает добротность контура и снижает ее вариацию при перестройке. Одновременно сужаются и пределы изменения напряжения управления, что позволяет легко термокомпенсировать варикап в широком интервале температур и свести к минимуму влияние технологического разброса его параметров. Как показали измерения добротности контура автогенератора с варикапом, ее величина уменьшается от 97 при напряжении управления 6 В до 80 при напряжении 3 В.

Для уменьшения числа гармоник в выходном сигнале возбудителя после ступени автогенератора включена резонансная ступень, собранная на транзисторах *Т2* и *Т3* по каскодной схеме. Резисторы *R10* и *R12* служат для уменьшения склонности усилителя к самовозбуждению. Оконечная ступень возбудителя собрана на составном транзисторе (*Т4, Т5*) по схеме эмиттерного повторителя. Такое решение вызвано необходимостью работы возбудителя на низкоомную нагрузку. Питается возбудитель от источника постоянного напряжения 12 В. Для стабилизации напряжения управления использован стабилитрон *Д2*.

Конструктивно возбудитель собран в виде отдельного блока. Монтаж автогенератора выполнен на печатной плате, помещенной в латунный экран размером 60×50×45 мм. Чертеж печатной платы показан на рис. 3. Для температурной компенсации конденсатор *С6* выбран типа КТК с корпусом красного цвета, конденсатор *С3* составлен из двух: типа КТК 62 пФ — голубого цвета и КТК 10 пФ — красного цвета. Конденсаторы *С5, С7* и *С9* типа КСО группы Г. Катушки индуктивности *L1* и *L2* намотаны виток к витку на пластмассовых каркасах диаметром 11 мм, внутри которых по резьбе М6 перемещаются сердечники из карбонильного железа. Катушки содержат по 60 витков провода ПЭВ-2 0,31. Катушка *L2* заключена в экран из алюминиевого сплава. От качества стабилитрона *Д2* в значительной мере зависят стабильность частоты возбудителя и интервал перестройки частоты, поэтому его следует подбирать как по ста-

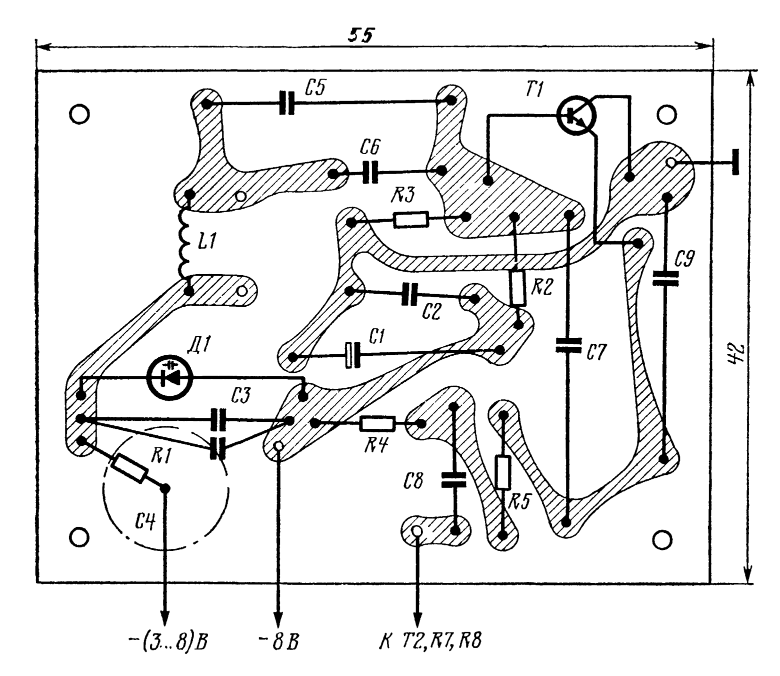


Рис. 3. Печатная плата и схема соединений элементов возбудителя

бильности, так и по напряжению стабилизации, которое должно быть не менее 8 В.

Для настройки возбудителя необходимо иметь авометр и радиоприемник с высокой стабильностью и точностью установки частоты. Вместо приемника можно использовать гетеродинный волномер. После проверки режимов транзисторов и измерения тока, потребляемого от источника питания, подбором конденсаторов *C7* и *C9* устанавливают требуемый коэффициент регенерации. Сердечником катушки *L1* устанавливают начало интервала перестройки возбудителя. Установив сердечник катушки *L2* в среднее положение, подбором конденсатора *C13* добиваются максимального усиления на середине интервала перестройки. После этого вращением сердечника катушки *L2* добиваются равенства выходного напряжения с точностью не хуже 1 дБ во всем интервале перестройки.

РАДИОСПОРТИВНАЯ АППАРАТУРА

АВТОМАТИЧЕСКИЙ ТЕЛЕГРАФНЫЙ КЛЮЧ

А. ГОРОЩЕНЯ

Описываемый автоматический телеграфный ключ представляет собой конструктивно улучшенное устройство В. Кононова (см. журнал «Радио», 1972, № 10), хорошо зарекомендовавшее себя на практике. Ключ питается от сети 220 В через бестрансформаторный выпрямитель. Принципиальная схема ключа показана на рис. 1.

Все детали ключа собраны на печатной плате из фольгированного стеклотекстолита размером 57×11×3 мм. Чертеж печатной платы и расположение деталей на ней показаны на рис. 2.

Вибратор размером 100×10 мм изготовлен из ножовочного полотна и приклепан к подставке из дюралюминия Подставка имеет форму параллелепипеда размером 11×7×14 мм. Подставку крепят к печатной плате винтом М3 Контакты вибратора сняты с реле типа РП-5. Их крепят к плате с помощью стоек высотой 3 мм.

Переключатель *«Точки слева — точки справа»* выполнен в виде самодельных разъемов. Их штырьки, изготовленные из отрезков медного провода диаметром 0,8 и длиной 10 мм, впаивают в плату около контактов. Гнезда выполнены в виде отрезков трубки с внутренним диаметром 0,8 мм, изготовленной из листовой латуни толщиной 0,3 мм. К гнездам припаяны гибкие проводники длиной около 35 мм, свободные концы которых припаяны к соответствующим контактам платы. Переключение производят перестановкой гнезд.

Корпус конденсатора *С7* типа МБГО с рабочим напряжением не менее 400 В укорачивают до 21 мм, оставляя лепестки для пайки к плате. Неоновую лампу *Л1* располагают параллельно плате. С лампы предварительно снимают цоколь и удлиняют выводы до 20 мм. С помощью этих выводов лампу и крепят к плате.

Конденсатор *С6* приклеен к плате. Переменный резистор *R26* типа СПО-0,5 установлен непосредственно на

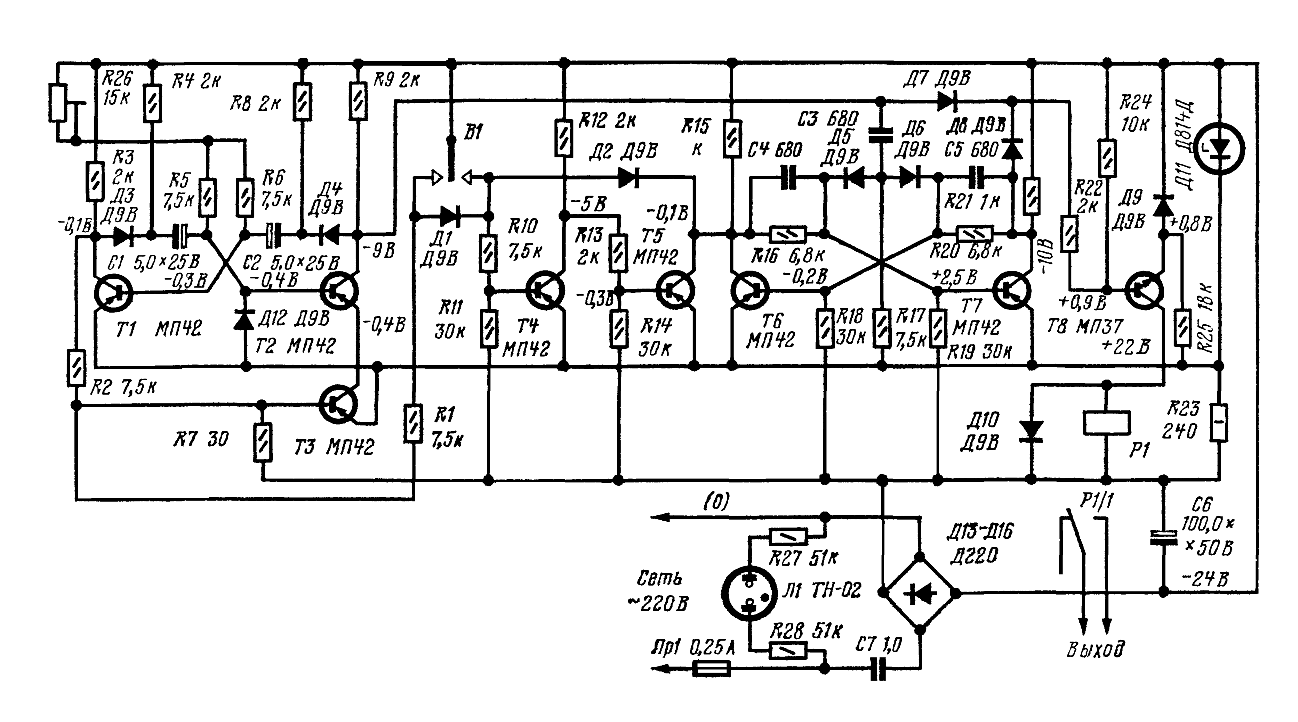


Рис. 1. Принципиальная схема телеграфного ключа

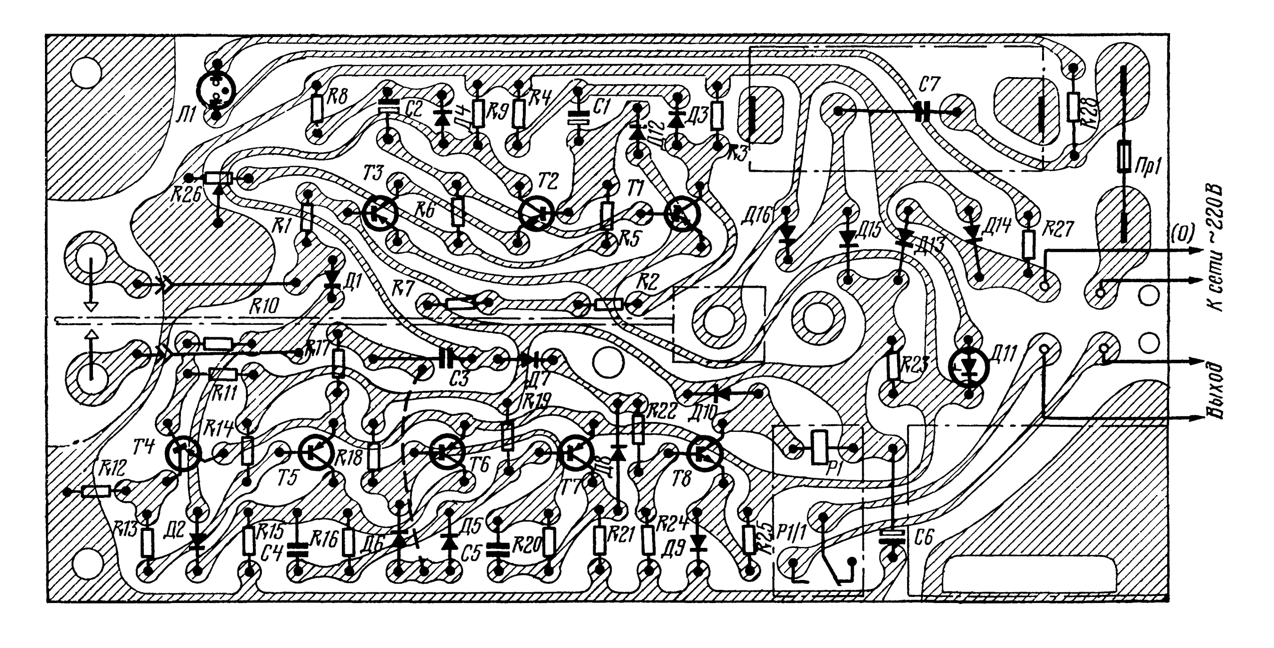


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений элементов телеграфного ключа

плате. Конденсаторы *C1* и *C2* типа К50-6, *C3—C5*— КЛС. Постоянные резисторы — УЛМ-0,12. Реле *P1* — типа РЭС-10, паспорт РС4.524.302. Печатную плату крепят к основанию размером 65×130×4(5) мм, изготовленному из гитенакса, тремя винтами *M3* с помощью стоек высотой 2 мм. Кожух устройства изготовлен из листовой стали толщиной 0,8 мм. Его размер — 59××114×25 мм. Кожух прикрепляют к основанию одним винтом М3×28, свободно проходящим через отверстие в печатной плате.

При использовании исправных деталей ключ налаживания не требует. На схеме показаны режимы транзисторов *T1—T7*, измеренные относительно общей точки соединения их эмиттеров. Режим транзистора *T8* измерен относительно минусового вывода источника питания.

ИЗМЕРИТЕЛЬНАЯ ТЕХНИКА

ГЕНЕРАТОР НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

В. МАРЬЯСОВ

Генераторы низкочастотных синусоидальных сигналов на транзисторах обычно строят по общеизвестной мостовой схеме с фазоинвертирующей *RC* цепочкой. В качестве регулирующего элемента используется сдвоенный блок переменных конденсаторов большой емкости (до 750—1000 пФ) или сдвоенный переменный резистор.

Применение сдвоенного блока конденсаторов возможно лишь в случае высокоомного входа первого каскада генератора, а это обычно требует применения полевого транзистора. Кроме того, сдвоенный блок переменных конденсаторов большой емкости имеет относительно большие размеры, и применять его в малогабаритной транзисторной аппаратуре нецелесообразно. Во втором случае необходим сдвоенный переменный резистор с одинаковым законом изменения сопротивления от угла поворота оси.

Не каждый радиолюбитель имеет возможность приобрести полевые транзисторы или специальный приборный высокоточный сдвоенный переменный резистор. Предлагаемая схема генератора низкой частоты позволяет использовать сдвоенный переменный резистор с большим разбросом параметров сопротивлений и получить при этом хорошие характеристики прибора.

Основными параметрами генераторов синусоидального напряжения низкой частоты является коэффициент нелинейных искажений генерируемых колебаний и стабильность их амплитуды. Нестабильность амплитуды выходного напряжения *RC* генератора вызывается прежде всего изменением коэффициента передачи моста Вина при изменении частоты генератора. Как правило, коэффициент передачи *K* у моста Вина равен $^1/_3$, но при перестройке частоты очень трудно обеспечить его постоянство, так как параметры регулируемых элементов моста изменяются неидентично; именно поэтому коэффициент передачи может несколько увеличиваться или умень-

шаться. Необходимым условием возникновения в генераторе устойчивых колебаний является равенство $KS = 1$, где S — коэффициент усиления усилителя генератора. Отсюда следует, что коэффициент усиления должен быть равен 3.

При увеличении коэффициента передачи амплитуда колебаний увеличивается и могут появиться большие нелинейные искажения формы синусоидального колебания, а при уменьшении — амплитуда колебаний уменьшается и может произойти даже их срыв. Поэтому необходимо обеспечить изменение коэффициента усиления усилителя таким образом, чтобы рассмотренное равенство выполнялось на любой частоте. Для этого в усилитель вводят автоматическую регулировку усиления. Обычно используют термистор, включенный в цепь отрицательной обратной связи усилителя. Однако компенсировать таким образом довольно большие изменения коэффициента усиления удается не всегда. К тому же не каждый радиолюбитель имеет возможность найти подходящий термистор. В предлагаемой схеме генератора низкой частоты применена система глубокой АРУ, работающая от выходного сигнала генератора. Это позволило регулировать коэффициент усиления усилителя в широких пределах.

Диапазон генератора составляет 10 Гц — 135 кГц. Он разбит на пять поддиапазонов (10—70, 70—490, 450—3100 Гц, 3—20, 20—135 кГц). Выходное напряжение генератора — 1 В, нестабильность амплитуды не превышает 5%. Коэффициент нелинейных искажений во всем диапазоне частот — не более 0,5%. Выходное сопротивление генератора — 300 Ом. Время установления колебаний на частотах 10—20 Гц — не более 5 с. Генератор питается от источника постоянного тока напряжением 12 В. Потребляемый ток — около 20 мА.

Принципиальная схема (рис. 1) генератора характерна тем, что собственно генератор собран на четырех транзисторах *T1—T4* с непосредственными связями между ними. Это позволило получить хорошие фазовые характеристики усилителя генератора, начиная с 5 Гц. Для получения высокого входного сопротивления, а также для повышения температурной стабильности первого каскада (и всего усилителя в целом) он выполнен на составном транзисторе *T1T2*.

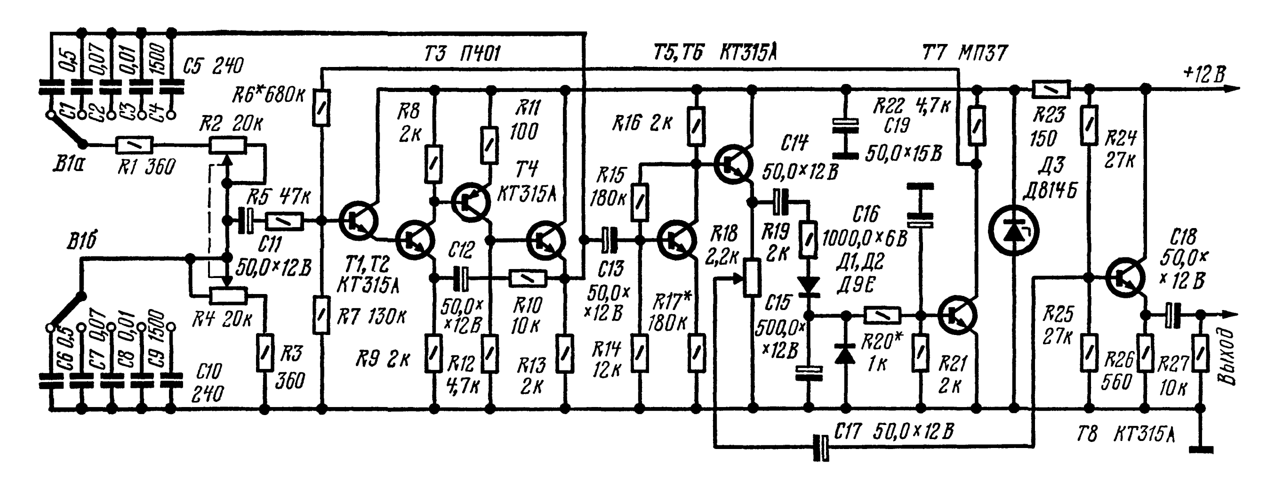


Рис. 1. Принципиальная схема генератора

Второй каскад собран на транзисторе *Т3*, который работает в режиме апериодического усилителя. Выход генератора включен через эмиттерный повторитель на транзисторе *Т4*. Этот повторитель нужен для уменьшения влияния последующих каскадов и цепей обратной связи на коэффициент усиления предыдущего каскада на транзисторе *Т3*.

Непосредственная связь между транзисторами позволила исключить громоздкие переходные электролитические конденсаторы и получить линейную амплитудную характеристику генератора на низких частотах. Первый и второй каскады усилителя охвачены глубокой отрицательной обратной связью по току (через резисторы *R9* и *R11*) и по напряжению (через цепочку *R10C12*).

Рабочий режим всего усилителя генератора зависит от выбора рабочей точки первого транзистора, которая определяется делителем *R6R7* в цепи его базы. Коэффициент усиления очень чувствителен к изменению напряжения смещения первого транзистора. Поэтому регулируется этот коэффициент изменением положительного напряжения, подаваемого на резистор *R6* с усилителя АРУ, выполненного на транзисторе *Т7*. Режим генератора выбран таким, что генератор работает в начальном участке характеристики возбуждения, где еще нет заметных искажений формы колебаний. Амплитуда генерируемого напряжения на выходе генератора — всего 100 мВ. Именно поэтому удалось получить очень малые нелинейные искажения сигнала, а благодаря глубокой АРУ генератор устойчиво работает на очень низких частотах.

Коэффициент усиления усилителя напряжения (*Т5*) равен 10. Это позволяет увеличить выходное напряжение генератора до 1 В. Усилитель охвачен местной отрицательной обратной связью по току через резистор *R17*, а по напряжению через резистор *R15*. Нагрузкой служат резистор *R16* и входное сопротивление эмиттерного повторителя (на транзисторе *Т6*). Этот повторитель необходим для усиления сигнала по мощности и уменьшения влияния нагрузки на коэффициент усиления предыдущего каскада.

Напряжение на выходе генератора регулируют переменным резистором *R18*. С него сигнал через раздели-

тельный конденсатор *C17* поступает на выходной усилитель мощности (транзистор *T8*).

Система АРУ выполнена на диодах *Д1* и *Д2* и транзисторе *T7*. На базу этого транзистора с делителя *R20R21* поступает выпрямленное диодами *Д1* и *Д2* напряжение, снимаемое с выхода эмиттерного повторителя (транзистор *T6*) через резистор *R19*. Конденсатор *C16* нужен для сглаживания пульсаций. При отсутствии напряжения на выходе генератора транзистор *T7* закрыт. Напряжение на его коллекторе максимально и равно напряжению питания. Через резистор *R6* оно подается на базу транзистора *T1*. В этом случае усиление наибольшее и генератор возбуждается. На выходе транзистора *T6* появляется генерируемое напряжение. Когда оно достигнет 0,5—0,6 В, начинает работать система АРУ. На выходе детектора появляется положительное смещение, открывающее транзистор *T7*. Напряжение смещения с коллектора этого транзистора на базу транзистора *T1* уменьшается, уменьшая и коэффициент усиления усилителя генератора. Этот процесс длится до тех пор, пока не установится режим равновесия, то есть пока амплитуда напряжения на выходе транзистора *T6* не станет равной 1В. Резистором *R20* можно регулировать амплитуду установившихся колебаний, но увеличивать ее больше 1 В нежелательно, так как это вызовет увеличение нелинейных искажений сигнала.

Напряжение питания генератора стабилизировано стабилитроном *Д3*.

Налаживание генератора следует начинать с подбора резистора *R6*. Для этого систему АРУ выключают (отсоединяют резистор *R20*). Резистор *R6* должен быть таким, чтобы можно было получить устойчивое возбуждение генератора на всех поддиапазонах. Если генерация не возникает, то следует увеличить сопротивление резистора *R10*. Если же генерация отсутствует на каком-либо поддиапазоне, нужно поменять местами конденсаторы фазосдвигающей цепи этого поддиапазона.

Затем налаживают систему АРУ. Резистор *R20* подбирают так, чтобы амплитуда напряжения на эмиттере транзистора *T4* была равна 100 мВ. Требуемый коэффициент усиления каскада на транзисторе *T5* устанавливают подбором резистора *R17*.

При работе системы АРУ может возникнуть аперио-

дический затухающий и даже незатухающий процесс установления амплитуды колебаний. Чтобы устранить это явление, необходимо выбрать постоянную времени системы АРУ много больше, чем время установления колебаний генератора без АРУ. На низких частотах первого поддиапазона время установления колебаний особенно велико. Для его уменьшения можно несколько увеличить емкость фазосдвигающего конденсатора *C1* в цепи положительной обратной связи.

Градуировку шкалы генератора производят с помощью образцового генератора и осциллографа (по фигурам Лиссажу) или с помощью электронного частотомера.

Конструкция и детали. Генератор смонтирован на печатной плате размером 110×50 мм (рис. 2). Электролитические конденсаторы — К50-6. Конденсатор *C16* (1000,0 мкФ) состоит из двух параллельно включенных конденсаторов К50-6 емкостью 500 мкФ. Все резисторы — МЛТ-0,25 или УЛМ. В качестве сдвоенного переменного резистора можно использовать любой с сопротивлением 20 кОм. Для уменьшения габаритов применяют самодельный сдвоенный переменный резистор, изготовленный из обычного переменного резистора типа СП сопротивлением 10 кОм, путем разрезания графитовой дорожки вдоль на две части. Делается это с помощью острозаточенного отрезка стальной проволоки, которую припаивают к оси вышедшего из строя переменного резистора, вставленной вместо вынутой оси в изготавливаемом резисторе. Для того чтобы сопротивления дорожек были примерно одинаковы, наружную делают несколько шире, так как она имеет бо́льшую длину, чем внутренняя. Таким же образом (резанием) отделяют обе дорожки от правой заклепки (вывода). Левую заклепку удаляют, и рядом с ней на каждой дорожке сверлят сквозное отверстие диаметром 0,8 мм, куда вставляют новые, изготовленные из медной проволоки, заклепки для выводов. Под шляпки заклепок необходимо подложить прямоугольные шайбы из латуни для лучшего контакта с графитовыми дорожками. Подвижный контакт у обоих сопротивлений общий. В качестве него используется тот же ползунок после соответствующей переделки. В гетинаксовой плате ползунка сверлится дополнительное отверстие диаметром 0,8 мм. Ползунок, состо-

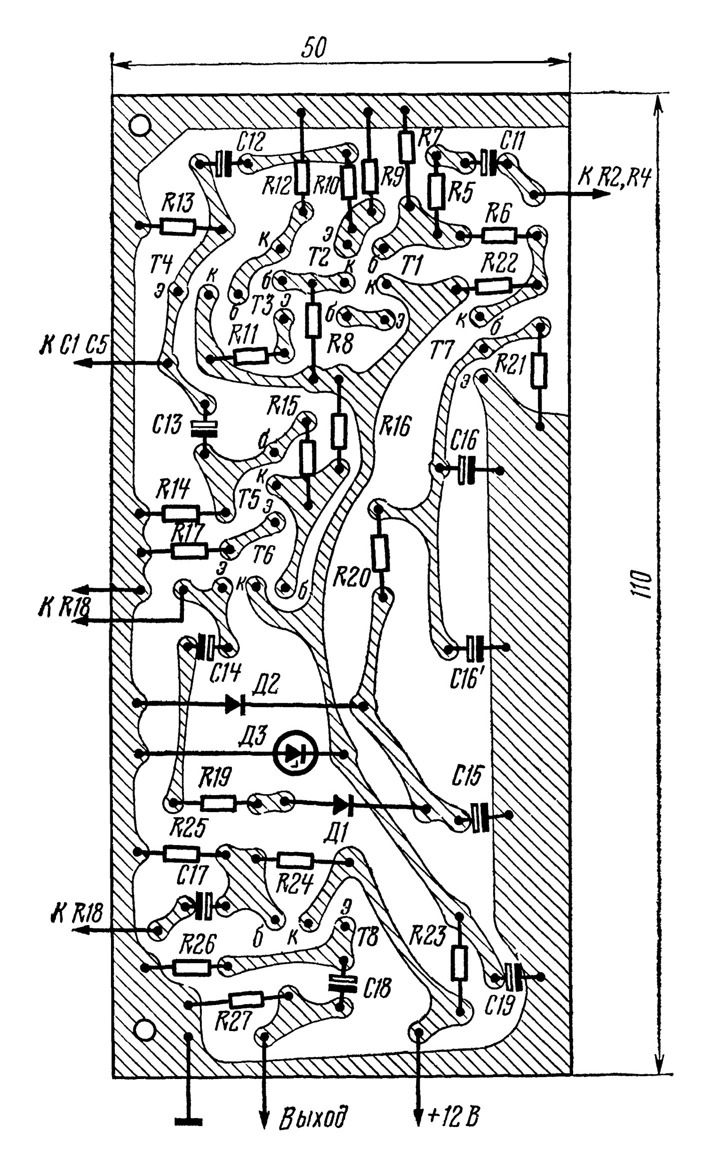


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений элементов генератора

ящий из пяти пружинных контактов, разделяется на две части. Два проводка отгибаются ближе к оси и закрепляются в просверленном отверстии, а оставшиеся три отгибаются немного наружу таким образом, чтобы каждый ползунок находился на середине своей дорожки.

Конденсаторы в фазосдвигающей цепи *(C1—C10)* особого подбора не требуют. Транзисторы серии КЗ15 можно заменить на КТ312 с любым буквенным индексом.

Генератор устойчиво работает при температуре окружающей среды до +45°C.

ТРАНСФОРМАТОР В АВОМЕТРЕ

Ю. АНДРЕЕВ

В большинстве комбинированных приборов — авометров в качестве измерительного механизма используются микроамперметры магнитоэлектрической системы.

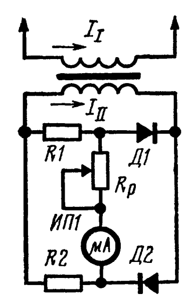


Рис. 1. Принципиальная схема прибора с трансформатором тока

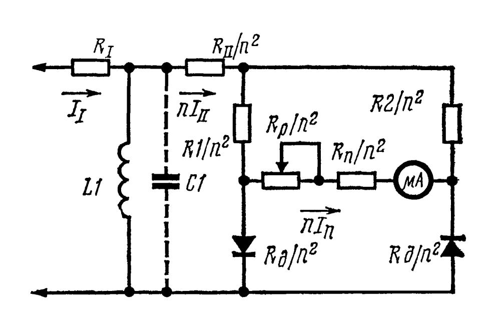


Рис. 2. Эквивалентная схема прибора

При измерении переменного тока и напряжения авометры обладают двумя существенными недостатками. Во-первых, они имеют отдельную и при этом неравномерную шкалу для измерений переменного тока и напряжения, что приводит к частым ошибкам, а в

любительской практике требует еще и переделки шкалы микроамперметра. Во-вторых, приборы реагируют и на постоянную составляющую, так как большинство из них имеет открытый вход.

Эти недостатки можно устранить, используя в приборе трансформатор тока (рис. 1), который уменьшает пропорционально квадрату коэффициента трансформации долю нелинейного сопротивления диодов в эквивалентной схеме, приведенной к первичной цепи. Благодаря этому, даже при относительно небольшом сопротивлении первичной цепи общее сопротивление прибора оказывается практически независимым от тока и шкала прибора получается линейной.

Расчетные соотношения легко вывести на основе эквивалентной схемы (рис. 2), причем при составлении уравнений исходят из тех же соображений, что и при расчете выходных трансформаторов. Следует помнить, что в нашем случае используется трансформатор тока, а не напряжения. Именно по этой причине на эквивалентной схеме отсутствует индуктивность рассеяния, так как она не влияет на режим работы устройства.

Опустив вывод формул, приведем пример расчета, имея следующие исходные данные. Пределы измерения переменного тока: 0,5; 2,5; 10; 50; 250 мА; 1,5 А. Пределы измерения переменного напряжения: 0,5; 2,5; 10; 25; 100; 250 и 500 В. Наименьшая рабочая частота $f_н$ — 25 Гц. Погрешность от нелинейности шкалы Δ — 2%, погрешность прибора на нижней частоте δ — 2%. В приборе используется микроамперметр с током полного отклонения 50 мкА и сопротивлением рамки 2 кОм.

1. Находим общее сопротивление цепи, состоящей из резисторов $R1$, $R2$, $R_р$ и сопротивления рамки прибора $R_п$ (сопротивления резисторов $R1$ и $R2$ равны сопротивлению рамки прибора, а сопротивление резистора $R_п$ выбирают в 5—10 раз меньше $R_р$).

$$R_с = \frac{R1\,(R1 + R_п + R_р)}{2R1 + R_п + R_р} = 1{,}4 \text{ кОм}.$$

2. Ток во вторичной цепи будет равен

$$I_{II} = I_п\left(2 + \frac{R_п + R_р}{R1}\right) = 155 \text{ мкА}.$$

3. Определяем по графику (рис. 3) сопротивление диода (в качестве диода используется диод Д9Е). При токе 155 мкА сопротивление будет чуть меньше 1 кОм.

4. Находим полное сопротивление вторичной цепи.

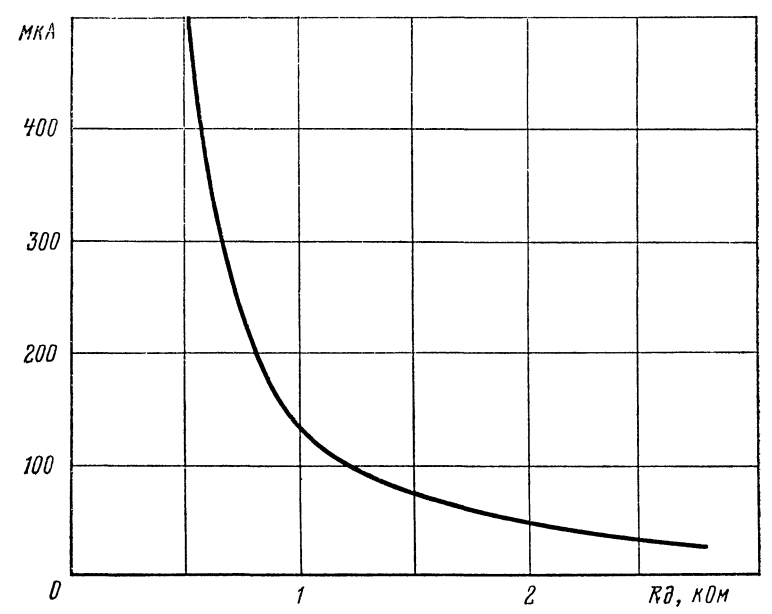


Рис. 3. Зависимость сопротивления диодов от тока

Сопротивление вторичной обмотки R_{II} принимаем равным 200 Ом.

$$\sum R_{II} = R_{II} + R_{с} + R_{д} \approx 2,6 \text{ кОм}.$$

5. Коэффициент частотной погрешности на нижней частоте равен

$$M_{н} = \frac{1}{1 - \sigma} = 1,02.$$

6. Выбираем материал и размер сердечника из условия получения требуемой индуктивности первичной обмотки трансформатора (исходя из заданной погрешности на нижней рабочей частоте). Для уменьшения размера сердечника и числа витков обмоток целесообразно выбирать материал с большой магнитной прони-

цаемостью. Этим условиям удовлетворяет тороидальный сердечник ОЛ 28/40-8, изготовленный из пермаллоя 79МН. Для этого сердечника постоянная *к* равна 10^{-5} (см. табл. 1, где приведены экспериментальные значения *к* для некоторых сердечников). Постоянная *к* численно равна индуктивности обмотки, состоящей из одного витка, намотанного на данный сердечник.

Таблица 1

Типоразмер сердечника	Постоянная *К*
ОЛ 20/28-5	$0{,}5\cdot 10^{-5}$
ОЛ 25/35-5	$0{,}5\cdot 10^{-5}$
ОЛ 28/40-8	$1{,}0\cdot 10^{-5}$
ОЛ 32/45-10	$1{,}0\cdot 10^{-5}$
ОЛ 40/64-16	$2{,}5\cdot 10^{-5}$

7. Определяем число витков вторичной обмотки трансформатора:

$$w_2 \geqslant \sqrt{\frac{\sum R_{II}}{2\pi f_н k \sqrt{M^2-1}}} = 2800.$$

8. Находим коэффициент трансформации для заданных пределов измерения тока по формуле

$$n = \frac{I_I}{I_{II}}\,.$$

Численные значения приведены в табл. 2.

Таблица 2

Параметр	Размерность	Пределы						
I_I	мА	0,5	2,5	10	50	250	1000	5000
n	—	3,22	16,1	64,4	322	1610	6440	32 200
w_1	виток	893	179	44,7	8,93	1,79	0,44	0,089
w_1*	—»—	1000	200	50	10	2	—	—
R_I	Ом	4500	180	11	0,45	0,018	—	—
$R_{вн}$	—»—	4750	190	12	0,5	0,02	—	—
U_1	В	2,38	0,47	0,12	0,025	0,005	—	—

9. Определяем число витков первичной обмотки трансформатора по формуле

$$w_1 = \frac{w_2}{n}.$$

Если число витков получается дробным, то число витков w_1 увеличивают до целого числа $\overset{*}{w}_1$. Соответственно увеличивают число витков вторичной обмотки.

10. Выбираем диаметр проводов для обмоток и проверяем заполнения окна трансформатора.

11. Исходя из заданной погрешности Δ, находим минимальные значения сопротивлений первичной цепи, обеспечивающие линейность шкалы:

$$R_I > \frac{1}{n^2}\left(\frac{R_д}{\Delta} - R_с - R_{II}\right) > \frac{48 \cdot 10^3}{n^2}.$$

12. Полное внутреннее сопротивление прибора на каждом из пределов измерения тока равно:

$$R_{вн} = R_I + \frac{\sum R_{II}}{n^2}.$$

13. Падение напряжения на каждом пределе измерения тока определяется по формуле $U_1 = I_I R_{вн}$ (см. табл. 2).

Как следует из расчета и эквивалентной схемы (см. рис. 2), индуктивное сопротивление первичной обмотки трансформатора даже на нижней рабочей частоте превышает активное сопротивление всех элементов вторичной цепи не менее чем в 50 раз ($\delta = 2\%$). Поэтому суммарное сопротивление цепи, состоящей из параллельно включенных индуктивности *L1* и всех элементов вторичной цепи, можно принять чисто активным. Причем это сопротивление с погрешностью, не превышающей $\Delta = 2\%$, является линейным. Оба эти свойства позволяют применять в устройстве известные способы расширения пределов измерения для приборов постоянного тока.

Погрешность измерения на высоких частотах определяется распределенной емкостью вторичной обмотки трансформатора и емкостью монтажа *C1*, а также увеличением потерь в сердечнике трансформатора. Верхняя граничная частота определяется экспериментально: обычно при хорошем изготовлении трансформатора она находится в пределах 10—15 кГц.

Для уменьшения полного внутреннего сопротивления $R^{вн}$ целесообразнее выбирать микроамперметр с мень-

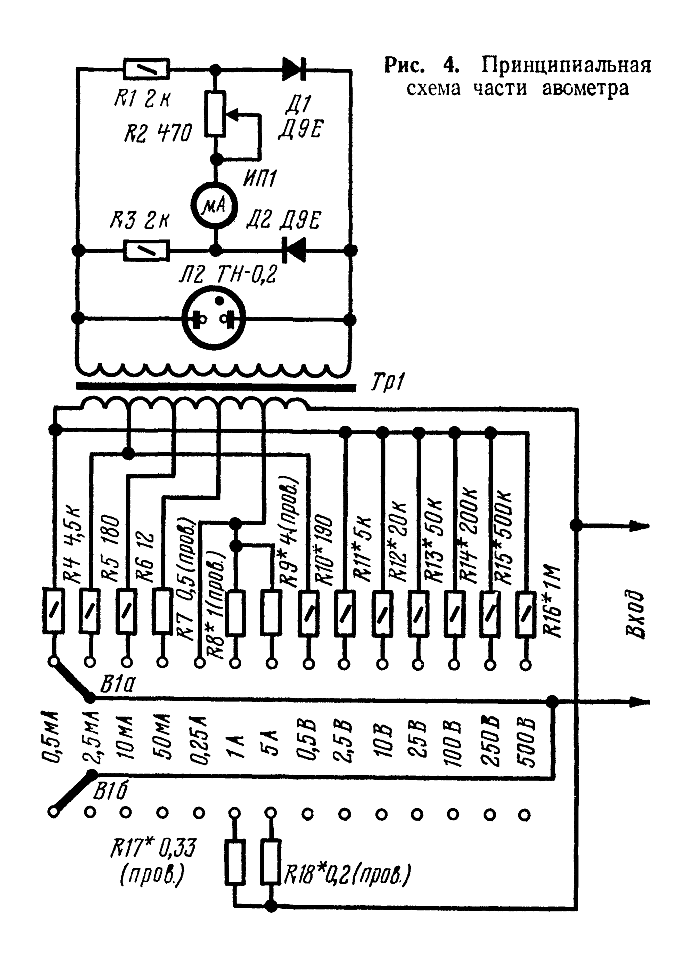


Рис. 4. Принципиальная схема части авометра

шим током полного отклонения, а диоды — с меньшим сопротивлением в прямом направлении. Во избежание пробоя диодов при включении прибора в цепи, имеющие большую постоянную составляющую, вторичную обмотку трансформатора целесообразно шунтировать неоновым разрядником, в качестве которого может быть использована неоновая лампа с малым напряжением зажигания 45—70 В.

Подгонка пределов измерения по току сопротивлением $R_р$.

Постоянную сердечника трансформатора κ целесообразнее всего определить экспериментально, намотав пробную обмотку в 10—30 витков и измерив индуктивность на любой частоте, но не выше 200 Гц. Тогда постоянная может быть определена по формуле $\kappa = L/w^2$.

На рис. 4. приведена часть схемы авометра для измерения переменного тока. Первичная обмотка трансформатора содержит 800+150+40+8+2 витков (990 витков намотаны проводом ПЭВ-2 0,1, а 10 витков проводом ПЭВ-2 0,45), вторичная — 3220 витков провода ПЭВ-2 0,1.

Проверка по прибору класса 1,5 показала, что линейность шкалы находится в пределах 1—1,5%, частотная погрешность в диапазоне 19 Гц — 11 кГц на пределах измерения напряжения до 250 В не превышает 2%.

Следует помнить, что при измерении переменного тока или напряжения, имеющих постоянную составляющую, выбранный предел измерения не должен быть ниже, чем значения измеряемых постоянной или переменной составляющих. Несоблюдение этого правила при небольших перегрузках по постоянной составляющей приведет к появлению дополнительной частотной погрешности из-за подмагничивания сердечника. При больших перегрузках могут перегреться обмотка трансформатора или добавочные резисторы.

СЛЕДЯЩАЯ РАЗВЕРТКА ОСЦИЛЛОГРАФА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ НЕСТАЦИОНАРНЫХ ДИНАМИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ

В. СЕРГОВСКИЙ

При наблюдении нестационарных динамических процессов на экранах осциллографов развертки (автоколебательная и ждущая) не способны обеспечить неподвижность изображения. Это не позволяет детально рассмотреть осциллограмму.

Чтобы изображение было неподвижным, необходима развертка, которая бы следила за изменениями скорости как на протяжении продолжительного времени исследования, так и в течение одного оборота (цикла). Короче говоря, развертка должна осуществляться синхронно со скоростью осциллографируемого процесса.

Описываемая система развертки позволяет представлять данные на экране осциллографа в виде графика в прямоугольных координатах, где за независимую переменную выбрано приращение углового положения в 1 или 3°. Изменение скорости вращения от 3 до 1500 об/мин учитывается автоматически с помощью фотоэлектронной системы, полностью выполненной на полупроводниковых приборах. Верхний предел измерений можно значительно расширить, применив в качестве датчиков фотоприемники с меньшей инерционностью.

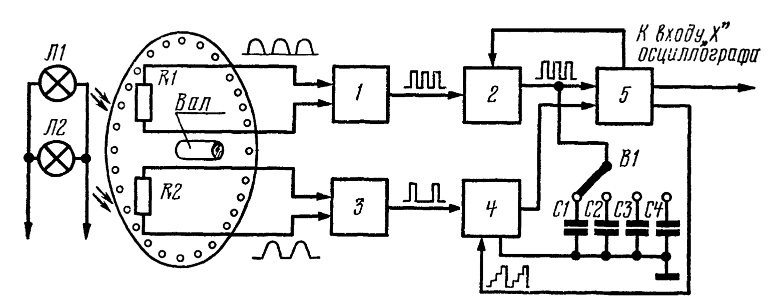


Рис. 1. Функциональная схема устройства

Как видно из функциональной схемы (рис. 1), на валу исследуемого устройства укреплен диск, в котором по окружности в зависимости от требуемой точности измерений просверлено 360, 180 или 120 отверстий (меток) соответственно через 1, 2 или 3°. На окружности меньшего диаметра просверлено одно отверстие. Напротив этих отверстий расположены две лампы накаливания и два фоторезистора *R1* (счетчик градусных меток) и *R2* (счетчик однооборотных меток).

Работа устройства происходит следующим образом. Как только однооборотная метка окажется напротив фоторезистора *R2,* на входе усилителя-преобразователя *3* появляется синусоидальный импульс, а на его выходе сигнал приобретает форму короткого прямоугольного импульса постоянной амплитуды положительной полярности. Этот импульс открывает пороговое ключевое устройство *4* на время, необходимое для того, чтобы на выходе напряжение развертки достигло установленной амплитуды.

Импульсы градусных меток с фоторезистора *R2* поступают на свой усилитель-ограничитель *1*, в котором они преобразуются в прямоугольные импульсы с постоянной амплитудой и периодом повторения, равным интервалу между двумя метками. Прямоугольные импульсы поступают на управляемый стабилизатор тока *2*. Он, в свою очередь, при открытом пороговом устройстве *4* обеспечивает заряд одного из конденсаторов *C11—C14*. Так как стабилизатор тока управляется импульсным напряжением, то на времязадающем конденсаторе получается ступенчато-возрастающее напряжение. Это напряжение поступает на выходное устройство *5*, с которого подается на вход *X* осциллографа, а также через цепь обратной связи на стабилизатор тока (для линеаризации развертки) и на ключевое пороговое устройство.

Как только ступенчато-возрастающее напряжение достигнет некоторого уровня (определяется резистором *R3*), пороговое устройство закрывается и конденсатор (один из *C11—C14*) быстро разряжается. Луч осциллографа возвращается в исходное положение. С приходом однооборотной метки описанный процесс повторяется.

Ступенчатое изменение емкости времязадающего конденсатора позволяет дискретно выбирать длительности развертки: либо полный цикл (т. е. 360°), либо его часть. Регулятор тока стабилизатора дает возможность плавно изменять длительность ступенек. Ток стабилизатора регулируется в интервале 30—150 мкА.

Питание устройства развертки может производиться от сети переменного тока (через стабилизатор напряжения), от отдельной батареи или от источника питания осциллографа.

В данном случае устройство развертки выполнено в виде самостоятельной приставки и может использоваться вместе с любым осциллографом без какой-либо его переделки. Следует отметить, что осциллографы, в усилителях которых связь между каскадами осуществляется через конденсаторы, не позволяют использовать развертку при числе циклов меньшем, чем 1000—1200 в минуту. Для исследования медленно протекающих процессов пригодны осциллографы с непосредственной связью между каскадами усилителя, такие как НО-1, Д581 и др.

При изучении процессов с частотой циклов меньше 15—17 Гц желательно использовать трубку с большим временем послесвечения.

Принципиальная схема приставки приведена на рис. 2. Приставка выполнена на 14 транзисторах и 11 диодах. На транзисторах *Т1—Т5* собран усилитель-ограничитель градусных меток. Связь между тремя каскадами, первый из которых выполнен по схеме эмиттерного повторителя,— непосредственная. В цепь базы транзистора *Т4* включен туннельный диод *Д3*. Последний обеспечивает получение прямоугольных импульсов с амплитудой около 15 В с длительностями фронта и спада около 1 мкс.

Стабилизатор тока выполнен на транзисторе *Т6*. С целью линеаризации развертки с выходного каскада (транзисторы *Т12—Т14*) через резистор *R36* в цепь эмиттера стабилизатора подана отрицательная обратная связь.

Усилитель-ограничитель однооборотной метки выполнен на транзисторах *Т7—Т10*. Пороговое устройство собрано на туннельном диоде *Д9* и транзисторе *Т11*, работающем в ключевом режиме. В исходном состоянии диод *Д9* работает в области высокого напряжения. Транзистор *Т11* открыт и находится в состоянии насыщения. Диод *Д10* открыт, времязадающий конденсатор *(С11—С14)* разряжен. При прохождении однооборотной метки мимо фоторезистора *R2* сформированный соответствующим усилителем-ограничителем положительный импульс через дифференцирующую цепь *R24C9* поступает на диод *Д9* и переводит его во второе устойчивое состояние в области низкого напряжения на первой восходящей ветви. Транзистор *Т11* закрывается, закрывается и диод *Д10*. Импульсы градусных меток, поступающие на базу транзистора *Т6* в стабилизаторе тока, открывают транзистор (только на время, определяемое длительностью импульсов). Времязадающий конденсатор ступенчато заряжается через стабилизатор тока. Ступенчато-возрастающее напряжение с конденсатора поступает на составной транзистор *Т13Т14*. Такое включение транзисторов позволило улучшить линейность развертки.

С части эмиттерной нагрузки транзистора *Т14* ступенчатое напряжение поступает на вход *X* осциллографа, а также на базу транзистора *Т12*. Ток транзистора

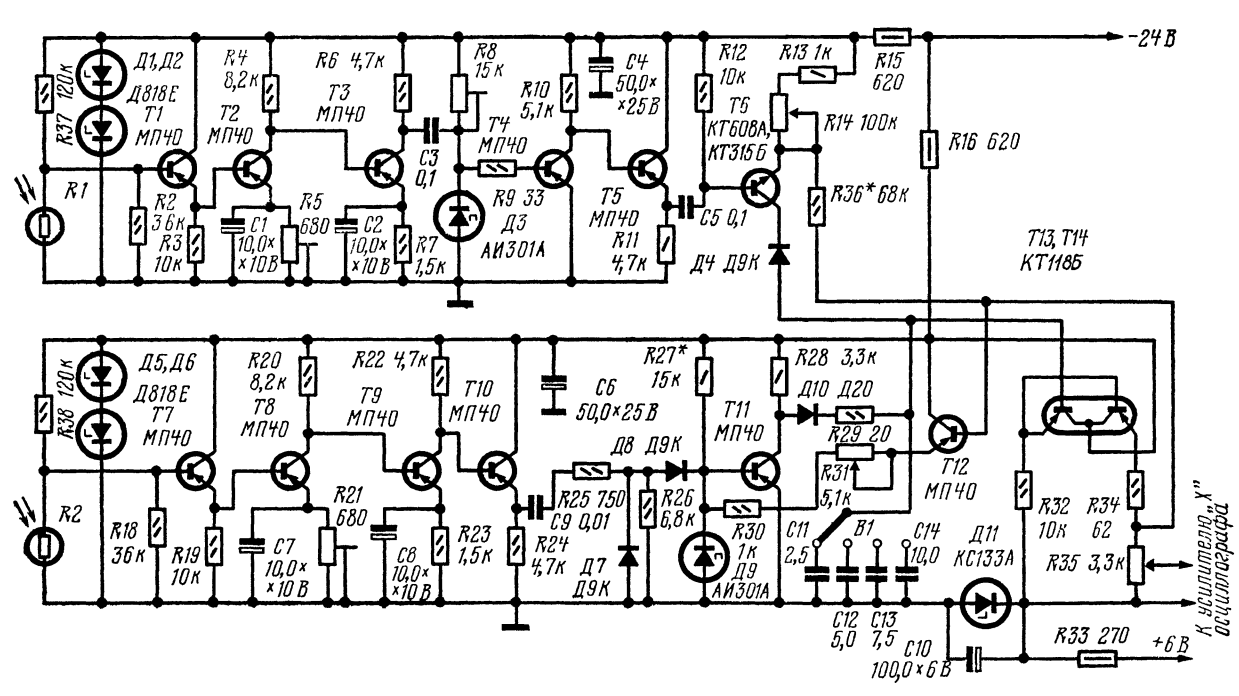


Рис. 2. Принципиальная схема устройства

T12 растет с увеличением выходного напряжения. Как только он станет больше значения пикового тока туннельного диода *Д9*, все возвращается в исходное состояние. С приходом следующей однооборотной метки описанные процессы повторяются.

Детали. В приставке использованы резисторы МЛТ, конденсаторы К50-6, К10-95, КЛС и МБГП, фоторезисторы СФ2-1. Все элементы, за исключением фоторезисторов, переменных резисторов *R14*, *R31* и *R35*, размещены на печатной плате размером 108×75 мм.

Налаживание приставки начинают с налаживания усилителей-ограничителей. Подстроечными резисторами *R5* и *R21* добиваются получения на выходах прямоугольных импульсов с наибольшей амплитудой. Затем резисторы *R5* и *R21* можно будет заменить постоянными.

При налаживании каскадов на транзисторах *T4* и *T5* от коллектора транзистора *T3* отсоединяют конденсатор *C3*. С генератора синусоидальных колебаний через отсоединенный конденсатор подают сигнал частотой 100—1000 Гц, напряжением 0,15—0,2 В (эффективное значение). Подбором резистора *R8* добиваются, чтобы на выходе усилителя-ограничителя были устойчивые прямоугольные импульсы с хорошими фронтами и спадами.

Установка режима работы ключевого порогового устройства производится резистором *R27*. В начале его заменяют последовательно соединенными резисторами: с постоянным сопротивлением 5—7 кОм и с переменным сопротивлением 15—22 кОм. Изменяя положение движка переменного резистора, добиваются устойчивой работы устройства в ждущем режиме (на вход конденсатора *C9*, подают импульсы положительной полярности амплитудой 2 В и длительностью 10—100 мкс). При подаче импульса транзистор *T11* должен закрыться и напряжение на его коллекторе должно быть чуть меньше напряжения питания.

Наладив усилители-ограничители, пороговое ключевое устройство, восстанавливают все соединения, не включая только фоторезисторы. Затем на базу транзистора *T1* с генератора через конденсатор емкостью 0,1—0,5 мкФ подают сигнал напряжением 0,05—0,1 В и частотой 1000—1200 Гц, а на базу транзистора *T7* через такой же конденсатор — сигнал того же уровня, но с частотой 9—10 Гц. На выходе должно появиться ступен-

чато-возрастающее напряжение с амплитудой около 8—10 В.

Резистор *R31* подбирают такого сопротивления, чтобы на выходе получилось наибольшее пилообразное напряжение, которое наблюдают на экране осциллографа. Нелинейность ступенчато-возрастающего напряжения должна быть 0,1—0,5%. Если к концу хода нелинейность превышает указанную, подбирают резистор *R36*.

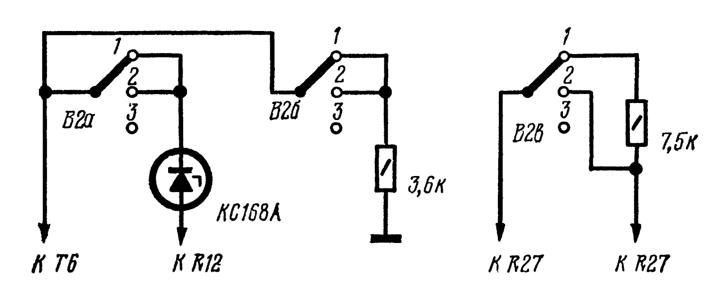


Рис. 3. Усовершенствование устройства следящей развертки

Устройство следящей развертки легко может быть переделано в устройство автоколебательного и ждущего режимов, обычно применяемых в осциллографах. В этом случае развертка превращается в универсальную (рис. 3).

Если переключатель установлен в верхнее по схеме положение, приставка работает в автоколебательном режиме. В среднем положении переключателя она работает в ждущем режиме. Импульсы синхронизации развертки положительной полярности в этом случае подаются с усилителя вертикального отклонения осциллографа через конденсатор емкостью 0,1—0,25 мкФ на базу транзистора *Т7*. Амплитуда импульсов около 0,1—0,5 В.

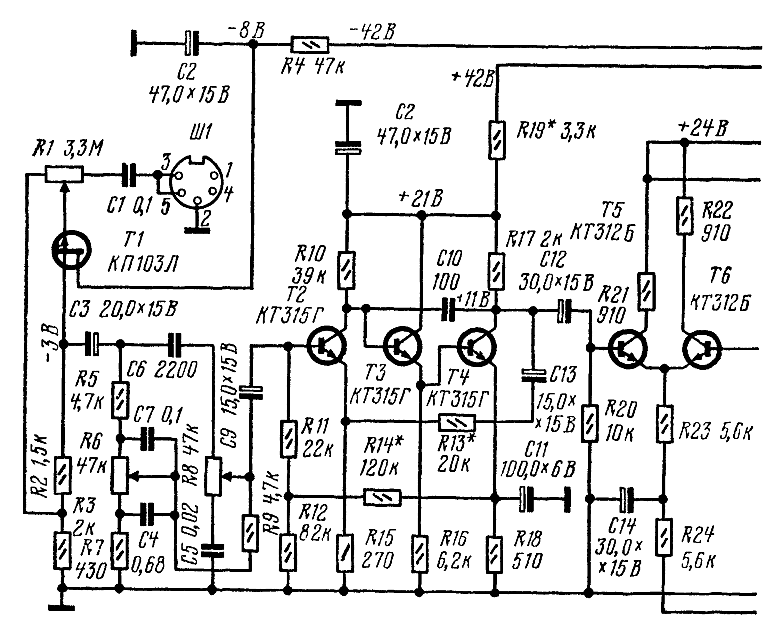
При использовании устройства как устройства универсальной развертки переключатель *В1* следует взять на 11 положений, с тем чтобы получить большой диапазон разверток от 1/3 Гц до 150—200 кГц. Импульсы гашения обратного хода электронного луча при развертке с частотой более 200 Гц можно снимать с коллектора транзистора *Т11*.

УСИЛИТЕЛИ НИЗКОЙ ЧАСТОТЫ

МОЩНЫЙ УСИЛИТЕЛЬ ДЛЯ МАГНИТОФОНА

А. ЕФРЕМОВ

Этот усилитель низкой частоты предназначен для совместной работы с магнитофоном, электропроигрывающим устройством или радиоприемником. Выходная мощность усилителя — 18 Вт на нагрузке сопротивлением 5 Ом. Входное сопротивление — около 1 Мом, чувствительность — 200 мВ. Диапазон рабочих частот усилителя — 20 Гц — 20 кГц при неравномерности частотной характеристики ±1 дБ. Коэффициент нелинейных искажений не превышает 1%. Уровень шума при замкнутом накоротко входе —52 рБ. Регулировка тембра по низшим и высшим частотам — раздельная. Глубина регулировки на частотах 20 Гц и 20 кГц — ±18 дБ, а на частотах 100 Гц и 10 кГц — ±12 дБ.

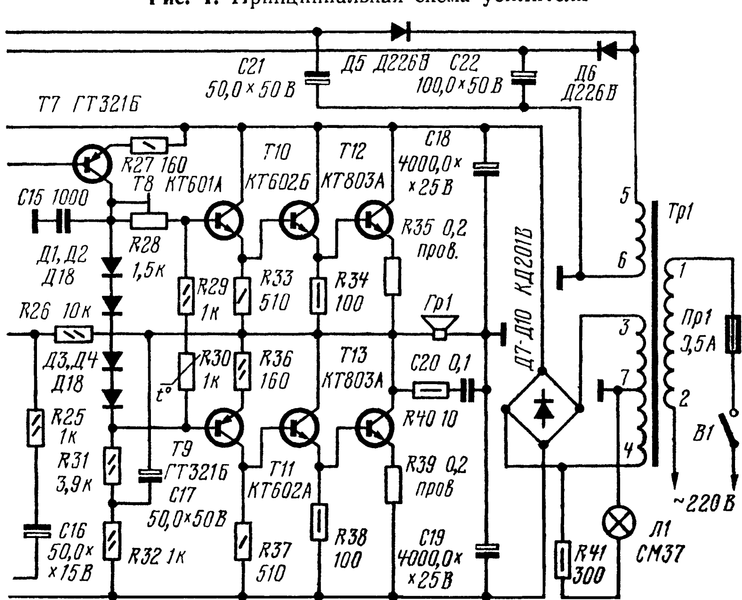


Принципиальная схема усилителя приведена на рис. 1, он содержит 13 транзисторов.

Сигнал от источника (магнитофона, радиоприемника и т. д.) через конденсатор *C1* поступает на затвор полевого транзистора, включенного по схеме истокового повторителя. Выбор такого каскада обусловлен необходимостью иметь большое входное сопротивление усилителя и уменьшить уровень собственных шумов. С выхода истокового повторителя сигнал подается на регулятор тембра, выполненный по мостовой схеме. Переменным резистором *R6* регулируют тембр по низшим частотам, а переменным резистором *R8* — по высшим.

За регулятором тембра следует трехкаскадный предварительный усилитель, собранный на транзисторах *T2*—*T4* с непосредственной связью между ними. Входное сопротивление такого усилителя достаточно велико, что способствует нормальной работе регулятора тембра. Предварительный усилитель охвачен отрицательной обратной связью по переменному току (через конденсатор *C13* и резистор *R13*). Изменяя сопротивление рези-

Рис. 1. Принципиальная схема усилителя



стора *R13,* можно в достаточно широких пределах регулировать усиление. Напряжение смещения на базу транзистора *Т2* поступает с резистора *R18* через делитель, состоящий из резисторов *R11, R12* и *R14*. Конденсатор *С10* устраняет возбуждение предварительного усилителя на ультразвуковых частотах. Питание этого усилителя осуществляется от отдельного источника (с отдельной обмотки трансформатора *Тр1*). Это устраняет нежелательную паразитную связь между предварительным и оконечным усилителями. Уровень сигнала на выходе предварительного усилителя — около 1 В.

За основу оконечного усилителя взят усилитель, схема которого приведена в журнале «Радио» (1972, № 6). На его входе включен дифференциальный каскад (транзисторы *Т5* и *Т6),* обеспечивающий на выходе нулевой потенциал, что исключает протекание постоянной составляющей тока по катушке головки прямого излучения.

С выхода усилителя на базу транзистора *Т6* подана глубокая отрицательная обратная связь по постоянному и переменному току (через резистор *R26)*. Температурная стабилизация рабочих точек транзисторов осуществлена терморезистором *R30* и диодами *Д1—Д4*. Подстроечным резистором *R28* устанавливают начальные токи выходных транзисторов.

Конструкция и детали. Усилитель собран на двух печатных платах. Элементы предварительного усилителя расположены на плате размером 80×50 мм (рис. 2), а элементы оконечного усилителя — на печатной плате размером 110×85 мм (рис. 3). Габариты самого усилителя — 210×170×90 мм.

Выходные транзисторы укреплены на алюминиевых радиаторах, имеющих площадь рассеивания около 130 $см^2$. На одном из них установлен термистор.

Переменные резисторы — СПII (группы А или В). Термистор —ММТ-8. Трансформатор питания выполнен на сердечнике Ш20×40. Обмотка *1—2* содержит 1370 витков провода ПЭВ 0,23, обмотка *3—4* — 210 витков провода ПЭВ 0,8 (отвод сделан от середины), обмотка *5—6* — 210 витков провода ПЭВ 0,1.

В выпрямителе можно использовать диоды серий Д242, Д245, Д215 и т. п., а в качестве выходных транзисторов — КТ802, КТ805, КТ903. Вместо транзисторов КТ602Б допустимы КТ801, П701. Транзисторы КТ312 в дифферен-

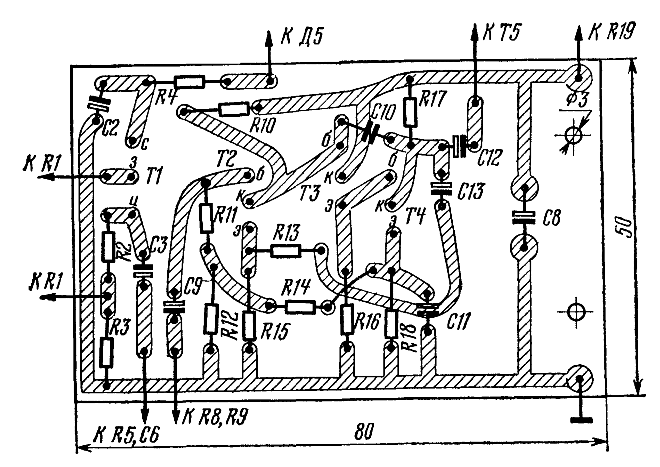


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений элементов предварительного усилителя

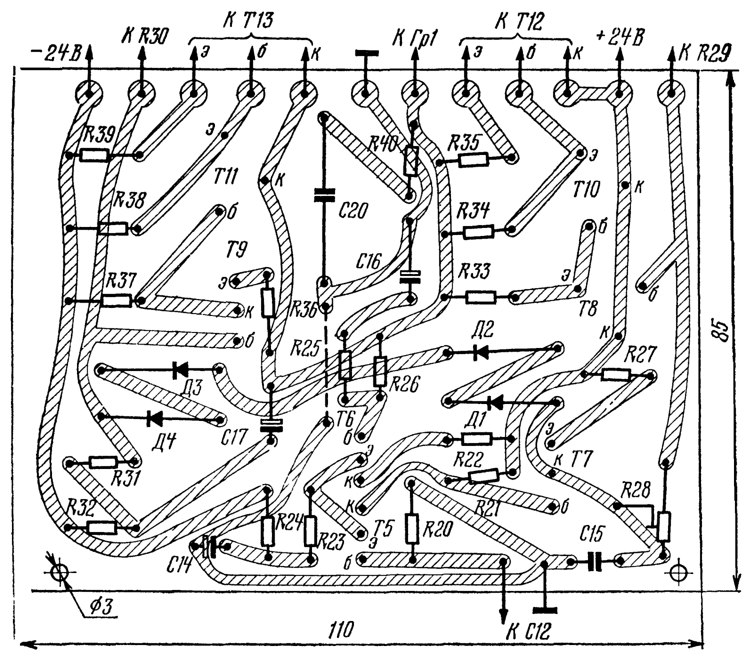


Рис. 3. Печатная плата и схема соединений элементов оконечного усилителя

циальном каскаде можно заменить на транзисторы серии КТ315 (кроме КТ315Б). При этом необходимо помнить, что оба транзистора должны иметь идентичные параметры. Транзисторы КТ601А и КТ605, П-307 — П308 взаимозаменяемы. В предварительном усилителе можно включать транзисторы серий КТ312, КТ315, КТ342. Их коэффициент $B_{ст}$ должен лежать в пределах 50—150.

Полевой транзистор — любой из серий КП102, КП103, но в каждом конкретном случае следует подобрать резисторы *R2—R4*. При отсутствии полевого транзистора входной каскад можно выполнить по схеме эмиттерного повторителя, например на транзисторе КТ315Б или КТ315Г, но при этом уменьшится входное сопротивление усилителя.

Налаживание усилителя сводится в основном к установке режимов работы транзисторов по постоянному току. Движок подстроечного резистора *R28* перед началом налаживания должен находиться в правом по схеме положении. Ток покоя выходных транзисторов (при отключенном предварительном усилителе) должен составлять 30—40 мА (устанавливается резистором *R28*).

При налаживании предварительного усилителя подбором резисторов *R14* и *R19* устанавливают напряжения 11 В (на коллекторе транзистора *T4*) и 21 В (коллекторное питание транзисторов предварительного усилителя).

РАДИОЛЮБИТЕЛЮ-КОНСТРУКТОРУ

РЕГУЛЯТОР УСИЛЕНИЯ С ТОНКОРРЕКЦИЕЙ

Л. ВЛАДИМИРОВ, О. СТРЕЛЬЦОВ

При изменении уровня громкости звуковоспроизведения с помощью усилителей НЧ и громкоговорителей необходимо изменять частотную характеристику канала воспроизведения. Это обусловлено физиологическими особенностями уха, выражающимися в неравномерности восприятия звуковых колебаний различной частоты при различных уровнях громкости. Из кривых равной громкости (рис. 1) видно, что ощущение человеком одинаковой громкости звука меняется с частотой.

Изменение частотных характеристик тракта звуковоспроизведения при изменении уровня громкости называется тонкоррекцией (тонкомпенсацией). Узлы, обеспечивающие такую коррекцию, являются существенной частью современных систем высококачественного воспроизведения звука.

Если при воспроизведении музыкальной записи устройством, имеющим идеальную частотную характеристику и способным обеспечить правильное пространственное распределение всех звуковых источников этой записи, уровень громкости будет соответствовать записанному уровню, то коррекция не понадобится.

Пусть, например, такому уровню соответствует кривая «А» (рис. 1). Для обеспечения правильного восприятия всего частотного диапазона при другом, более низком, уровне громкости необходимо «подправить», то есть скорректировать частотную характеристику воспроизводящего устройства. Чтобы скорректированная характеристика отвечала при новом уровне громкости условию равногромкого восприятия, изменение исходной частотной характеристики устройства должно определяться разностью уровней в зависимости от частоты.

На рис. 2 приведены такие разностные кривые, соответствующие более сглаженным кривым равной громкости. В выбранном случае максимальная глубина кор-

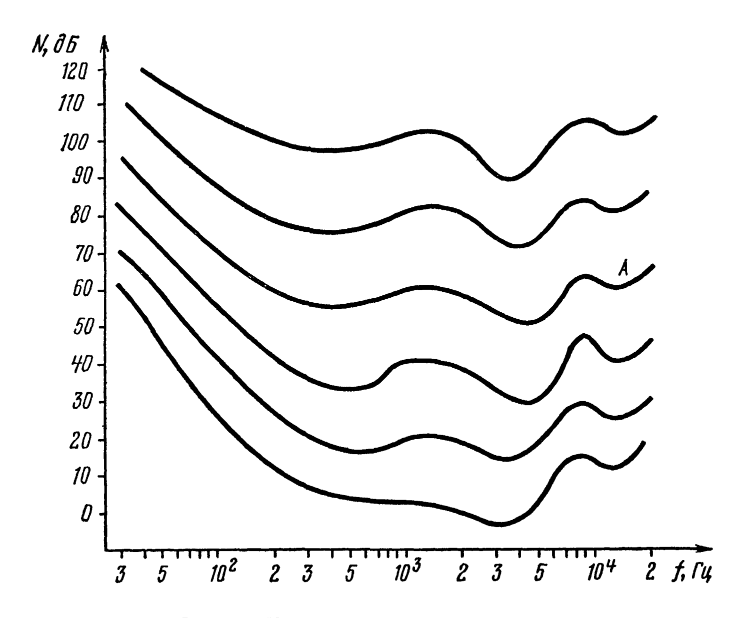


Рис. 1. Кривые равной громкости

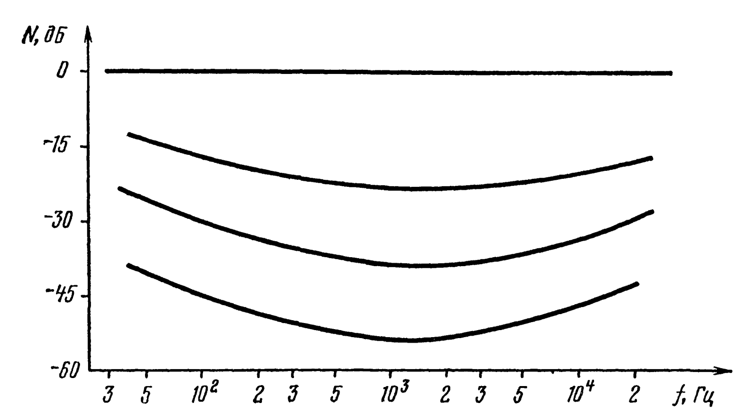


Рис. 2. Разностные кривые, соответствующие более сглаженным кривым равной громкости

рекции будет около 12 дБ на частоте 2 кГц по сравнению с 50 Гц.

Динамический диапазон регулировки уровня громкости ограничивается снизу уровнем шумов в помещениях, принимаемым равным 46 дБ (некоторые авторы называют бо́льшие числа [2]), а это сужает диапазон коррекции. При использовании головных телефонов нижний предел уменьшается до 25—30 дБ, однако

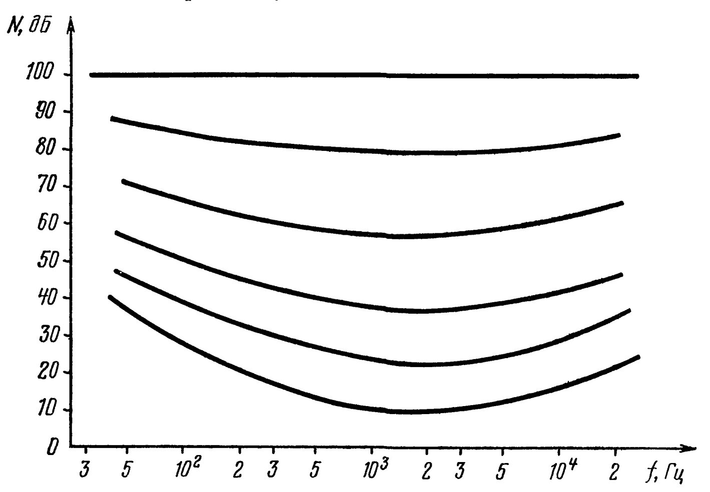


Рис. 3. Семейство кривых коррекции, зависящей от уровня громкости

в этом случае уже играют роль собственные шумы усилителя. Ограничение сверху определяется болевым порогом. Расчет коррекции для канала воспроизведения обычно ведется от уровня громкости, который может обеспечить звуковое давление, несколько меньшее болевого порога — 100 дБ, до уровня 46 дБ, соответствующего средней зашумленности помещения. В этом случае максимальная глубина коррекции (при минимальной громкости достигает 18—20 дБ на частоте 2 кГц по сравнению с 50 Гц (рис. 3).

Для правильной коррекции необходимо подбирать выходную мощность усилителей воспроизведения в соответствии с объемом помещения. Соотношение между мощностью усилителя P (в ваттах) и объемом помещения V (в кубических метрах) определяется выражениями:

для речи и легкой музыки

$$P = V^{2/3}/25;$$

для симфонической музыки при использовании излучателей типа звуковых колонок [3]

$$P = V^{2/3}/8.$$

Это совпадает и с результатами расчетов по графикам, приведенным в [4].

Для помещения объемом, например, 60 куб. м., при воспроизведении симфонической музыки нужен усилитель мощностью 2,4 Вт, а для помещения 100 куб. м — 4 Вт. Эти цифры соответствуют «эффективной» мощности усилителя; максимальное значение мощности должно быть в 5—6 раз больше. Под эффективной мощностью здесь следует понимать среднюю мощность, отдаваемую усилителем в нагрузку за достаточно длительный промежуток времени (например, несколько часов). Максимальная, или пиковая, мощность усилителя — та, которую он может отдавать без заметных искажений в нагрузку в течение короткого времени (до нескольких минут) для того, чтобы обеспечить воспроизведение всего динамического диапазона вещательного сигнала (50—70 дБ). В технических данных усилителя НЧ пиковой мощности будет соответствовать номинальная мощность усилителя.

Если маломощный усилитель эксплуатируется в большом помещении, то он должен иметь коррекцию и при максимальной мощности; соответственно с этим должен быть построен и регулятор уровня громкости.

Характеристики коррекции (см. рис. 3) будут неправильными, если не принимать во внимание влияние шумов помещения, маскирующих звук при малых уровнях громкости. Для звуковоспроизводящих систем невысокого качества к шумам помещения добавляются и шумы канала воспроизведения. Для шумов помещения спектр можно считать широкополосным, то есть плотность интенсивности его равномерна во времени и не зависит от частоты (это справедливо и для шумов канала). В этом случае речь идет о так называемом «белом шуме». Естественно, что эффект маскировки ярче проявляется в интервале частот, к которым наиболее восприимчиво ухо. Поэтому для компенсации

влияния такого шума характеристика коррекции должна быть более плоской, то есть глубина коррекции на средних частотах при малых уровнях громкости уменьшена. Для предельного случая — минимума громкости, соответствующего порогу слышимости при определенном

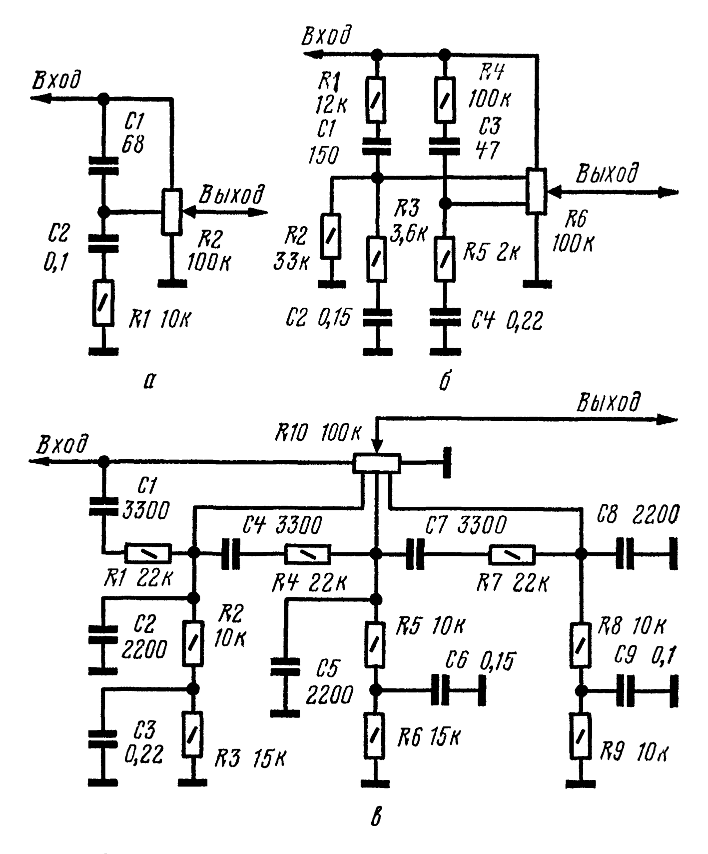


Рис. 4. Принципиальные схемы тонкомпенсирующих регуляторов: *а*—с одним отводом; *б*— с двумя отводами; *в* — с тремя отводами

уровне интенсивности шума,— частотная характеристика в полосе частот от 200 Гц до 2 кГц равномерна, выше 2 кГц растет с крутизной около 10 дБ/декаду, а ниже 200 Гц — совпадает с соответствующей кривой, равной слышимости [5].

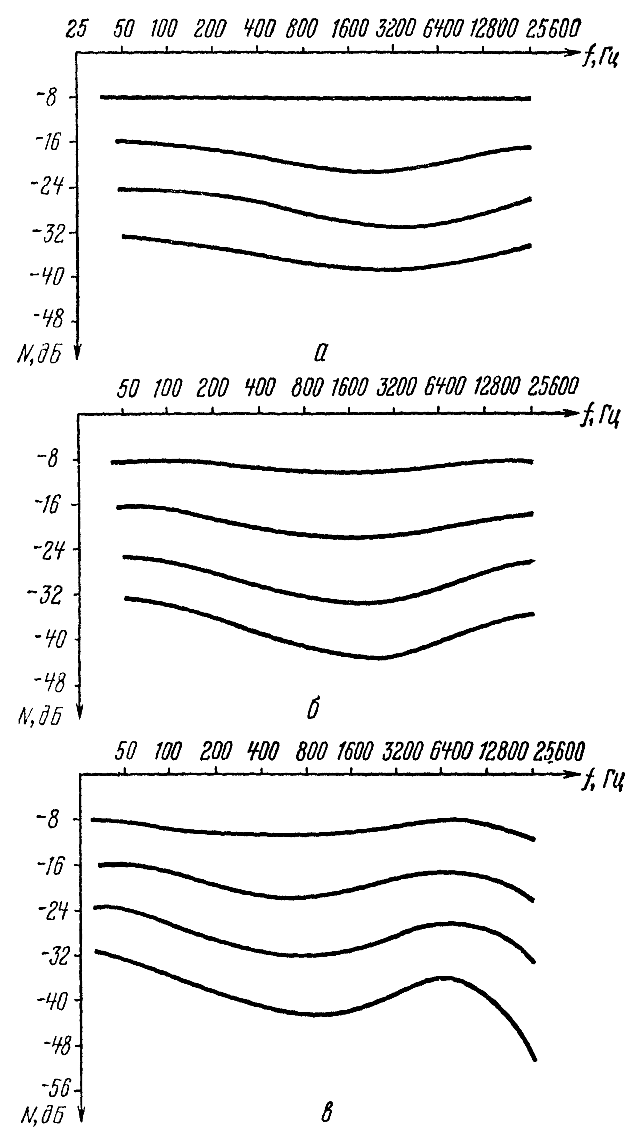


Рис. 5. Частотные характеристики тонкомпенсирующих регуляторов: *а*—с одним отводом; *б*—с двумя отводами; *в*—с тремя отводами

Исходя из всех этих соображений, определяющих величины тонкоррекции при регулировке уровня громкости в канале воспроизведения, следует, по-видимому, принять максимальную глубину коррекции (при минимальной громкости) равной 12—15 дБ.

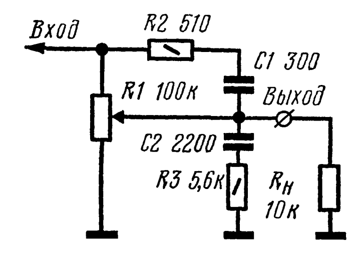


Рис. 6. Регулятор усиления с тонкоррекцией с обычным переменным резистором

В регуляторах громкости с тонкоррекцией применяются переменные резисторы с одним или несколькими отводами, к которым подключены *RC* цепочки, обеспечивающие нужный закон коррекции. На рис. 4 приведено несколько схем тонкомпенсирующих регуляторов. Их частотные характеристики показаны на рис. 5.

Лучше всего необходимый закон коррекции обеспечивают регуляторы усиления, в которых используются переменные резисторы с двумя-тремя отводами. Переменный резистор с одним отводом не дает необходимых характеристик коррекции во всем диапазоне регулировки (заметен ступенчатый характер коррекции).

Схема регулятора усиления с тонкоррекцией с обычным переменным резистором (рис. 6) не обеспечивает правильной коррекции во всем диапазоне регулировки. В положении, близком к нулевому усилению, требуемый закон коррекции не выдерживается. Это хорошо видно на частотной характеристике (рис. 7).

Некоторые модели высококачественных усилителей иностранного производства имеют два регулятора усиления: физиологический регулятор — с тонкоррекцией и без нее (рис. 8). На схеме R_0 означает сопротивление каскада перед регулятором, C_0 — переходной конденсатор, $R_н$ — входное сопротивление следующего за регулятором каскада.

Выражение для напряжения на выходе регулятора будет иметь вид:

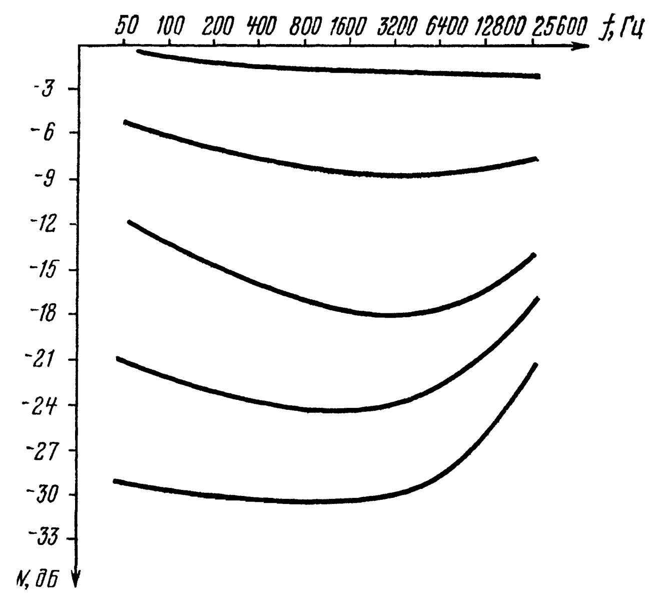


Рис. 7. Частотная характеристика регулятора усиления с обычным переменным резистором

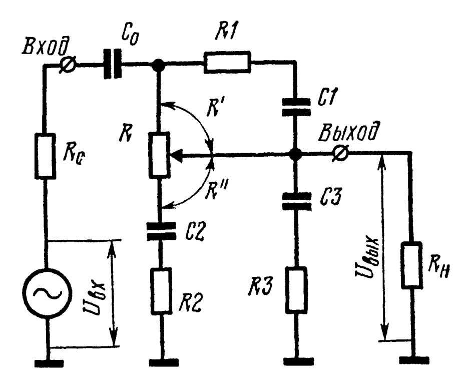


Рис. 8. Принципиальная схема регулятора

$$U_{вых}(\omega) = U_{вх} Z_б / \left(Z_а + Z_б + R_о + \frac{1}{\omega C_0} \right), \text{ где } Z_а = (R' Z_1 / R' + Z_1);$$

$$Z_б = R_н Z_2 Z_3 / (R_н Z_3 + R_н Z_2 + Z_2 Z_3), \text{ а } Z_1 = R1 + \frac{1}{\omega C1};$$

$$Z_2 = R'' + \frac{1}{\omega C2} + R2, \quad Z_3 = R3 + \frac{1}{\omega C3}.$$

Здесь $R' + R'' = R$ — сопротивление переменного резистора; $U_{вх}$ — напряжение, подаваемое на регулятор (не зависит от частоты).

Расчеты выявили оптимальные значения номиналов элементов. В табл. 1 даны значения номиналов для четырех вариантов регулятора тонкоррекции с различной глубиной. На рис. 9 представлены характеристики для этих вариантов.

Таблица 1

Вариант	Рисунок	R_0, кОм	C_0, мкФ	$R_н$, кОм	$R1$, кОм	$C1$, пФ	$R2$, кОм	$C2$, нФ	$R3$, кОм	$C3$, нФ	R, кОм
1	9а	0,1	5	20	3	510	1	75	3	47	100
2	9б	1	1	20	8,2	300	3	33	2	33	200
3	9в	0,1	5	10	5,1	100	1	100	3	33	200
4	9г	1	1	20	10	100	1	75	3,3	30	200

На базе регулятора (см. рис. 8) возможно построение тонкорректированных регуляторов с довольно широким диапазоном характеристик коррекции. Например, акустикам, занимающимся вопросами звуковоспроизведения в зашумленных помещениях, приходится формировать характеристики уже упомянутого типа: плоские — от 200 Гц до 2 кГц, выше — с подъемом 10 дБ/декаду, ниже 200 Гц — по характеристике равной громкости. Получить коррекцию, достаточно хорошо отвечающую требуемой, позволит регулятор с номиналами элементов, приведенными в табл. 2 для двух вариантов. На рис. 10 показаны частотные характеристики коррекции.

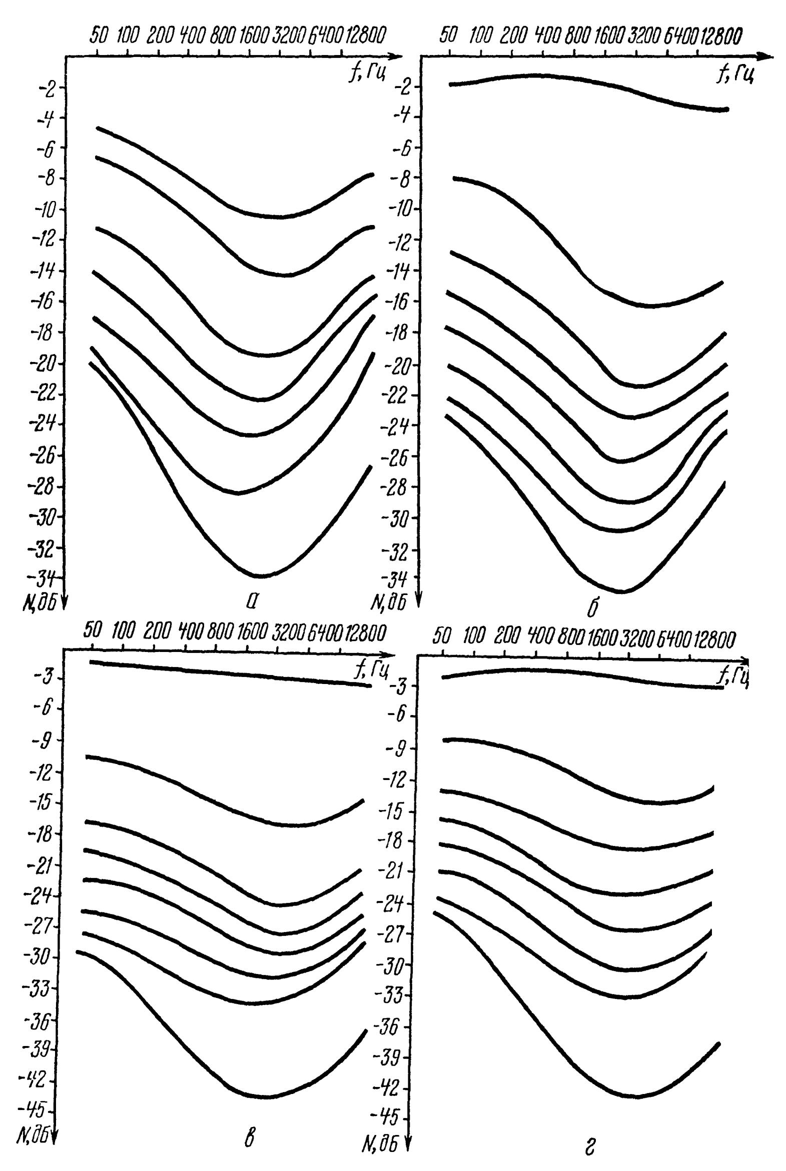


Рис. 9. Частотные характеристики для четырех вариантов регулятора

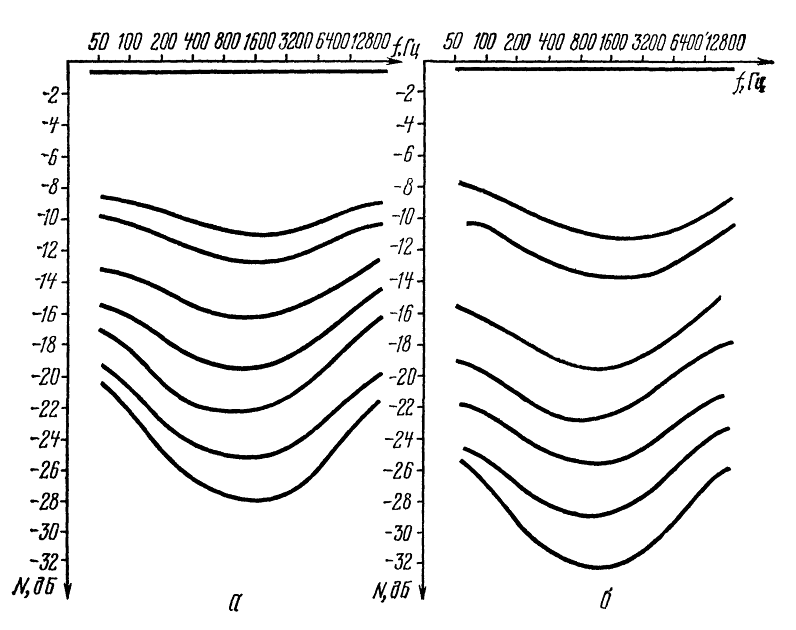


Рис. 10. Частотные характеристики регуляторов с широким диапазоном коррекции

Таблица 2

Вариант	Рисунок	P_0, Ом	C_0, мкФ	R, кОм	C_1, пФ	R_1, кОм	C_2, нФ	R_2, кОм	C_3, мкФ	R_3, кОм	$P_н$ кОм
1	10а	100	5	100	500	0	68	1	0,15	5,1	10
2	10б	100	10	200	360	0	75	1	0,1	4,3	10

Простота предлагаемого регулятора позволяет надеяться, что экстраполяция вариантов не вызовет затруднений даже у малоподготовленных радиолюбителей, заинтересованных в получении характеристик тонкоррекции с различной глубиной.

Из схемы регулятора и его характеристик видно, что по качественным показателям он не уступает регуляторам коррекции, выполненным на переменных резисторах с двумя и тремя отводами. Он значительно проще, а по стоимости сравним с регулятором на перемен-

ном резисторе с одним отводом. Кроме того, при использовании переменного резистора с характеристикой типа «А» он дает возможность изменять уровень громкости в соответствии с показательным законом. В схеме с таким регулятором последующий каскад можно подключать без использования переходного конденсатора.

Литература:

O'Veering. Dynamic Range versus Ambient Nois.— «Wirelles World», 1970, № 1414.

Володин А. А. Электронные музыкальные инструменты. М., «Энергия», 1970.

Днепровская И. А. Практика озвучения и звукоусиления речи и музыки в помещениях и на открытых пространствах.— ВРЭ, сер. «Техника радиовещательного приема и акустики», 1971, вып. I.

Цвикер Э. и Фельдкеллер Р. Ухо как приемник информации. М., «Связь», 1971.

Эфруси М. М. Громкоговорители и их применение. М., «Энергия», 1971.

УНИВЕРСАЛЬНЫЙ СТАНОК РАДИОЛЮБИТЕЛЯ

В. ПИВАК

Станок предназначен для сверления в различных материалах стандартными сверлами диаметром до 6 мм, фрезерования, шлифовки, гравировки надписей, а также намотки катушек, содержащих большое число витков. Для вырезания отверстий диаметром от 8 до 22 мм в листовых материалах толщиной до 5 мм используются специальные полые фрезы. Максимальная глубина сверления — 55 мм. Наибольший ход продольной подачи в режимах фрезерования и гравировки (с учетом ступенчатого перемещения стола по станине) — 90, поперечной подачи — 40 мм. Размер станка — 120×220×220 мм, масса — 6,5 кг.

В станке применен стандартный трехкулачковый патрон от дрели с укороченным конусом Морзе № 1а. Шпиндель станка приводится во вращение электродвига-

телем постоянного тока ДПМ-30-Н1-10А, с валом которого он соединен через редуктор. Напряжение питания — 12—14 В.

Устройство станка показано на рис. 1—4. Он состоит из шпиндельной бабки, в которую входят приводной механизм *5*, механизмы плавной и жесткой подачи (первый

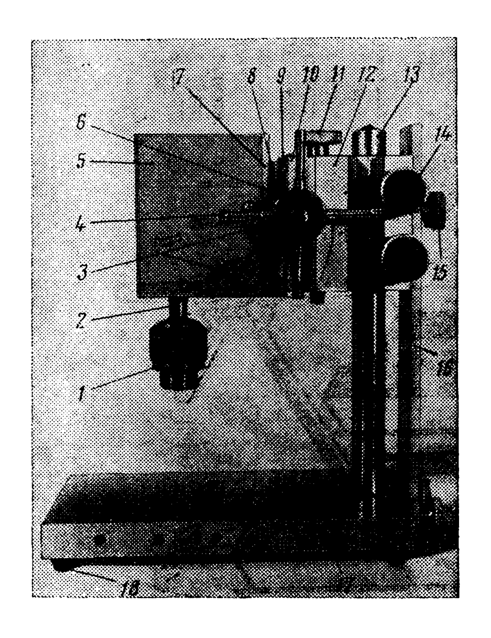


Рис. 1. Внешний вид станка в режиме сверления отверстий: *1* — патрон; *2* — шпиндель, Ст. 45, калить *HRC* 48...52, хромировать; *3*—валик; *4*—спица, 4 шт.; *5*—приводной механизм в корпусе; *6*—корпус рукоятки; *7*—кронштейн приводного механизма; *8* — пластина; *9*—рейка правая; *10* — промежуточная направляющая; *11*—винт микрометрический; *12* —корпус; *13* — колонка; *14* — винт стопорный, 4 шт.; *15*—винт стопорный, 2 шт; *16*—стойка; *17* — станина; *18*—ножка приборная, 4 шт

из этих механизмов приводится в действие рукояткой, состоящей из дет. *4* и *6*, и используется в режиме сверления, второй — ходовым микрометрическим винтом *11* и используется в режимах фрезерования и гравировки) и шпиндель *2* с патроном *1*; стойки *16*, колонки *13*, станины *17*, съемного стола (см. рис. 3 и 4) и устройства управления электродвигателем. С помощью последнего осуществляется пуск, реверс, остановка и изменение частоты вращения электродвигателя. Съемный стол включает в себя основание *29*, механизмы продольной и поперечной подачи (приводятся в действие микрометрическим винтом *11*) и рабочий стол *33* с прижимными планками *35*. На станине станка съемный стол крепится винтами *14* (рис. 3).

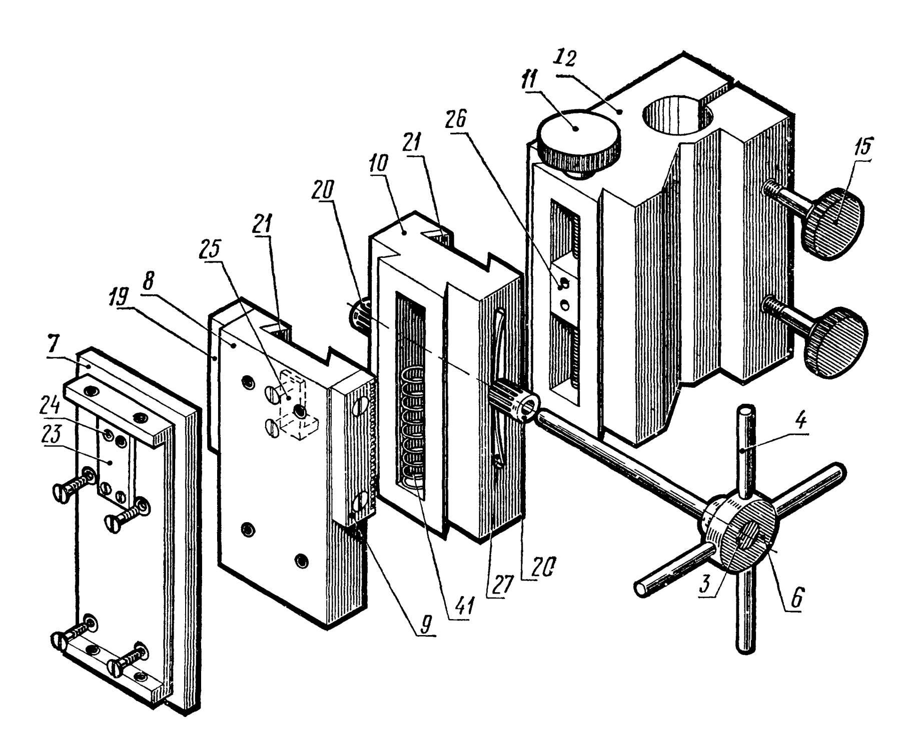


Рис. 2. Устройство шпиндельной бабки: *3* —валик; *4*—спица; *6* — корпус рукоятки; *7*—кронштейн приводного механизма; *8* — пластина; *9* — рейка правая; *10* — промежуточная направляющая; *11* — винт микрометрический; *12* — корпус; *15* — винт стопорный; *19* — рейка левая; *20* — колесо зубчатое, 2 шт.; *21* — клин, 2 шт. *23*—планка; *24* —контакт, 2 шт.; *25*—упор; *26* —гайка, *27*—пружина; *41*—пружина возвратная

Чертежи основных деталей станка приведены на рис. 5 и 6. Большинство деталей относительно просты в изготовлении и дополнительных пояснений не требуют. Следует только учесть, что для обеспечения сборки детали *8* и *12*, *10* и *21*, а также *30* и *36* необходимо обрабатывать совместно. Корпус приводного механизма, в котором смонтированы шпиндель и электродвигатель, изготовлен из отрезка (длиной 50 мм) стандартного алюминиевого профиля прямоугольного сечения размером 85×40×4 мм (материал АМц).

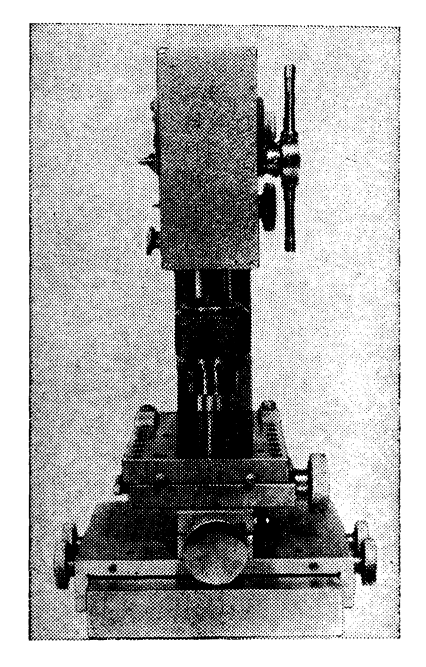
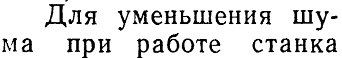


Рис. 3. Внешний вид станка в режиме фрезерования



Для уменьшения шума при работе станка зубчатые колеса редуктора изготовлены из разных материалов: ведущее (на валу электродвигателя) — из стали (его размеры такие же, как и у колеса *20*), а ведомое (на шпинделе) — из капролактама. Конструкция этого механизма не описывается, так как в зависимости от примененного электродвигателя он может быть выполнен и иначе. Необходимо только помнить, что если масса механизма будет больше 1 кг, то возвратную пружину *41* (см. рис. 2), установленную в механизме плавной вертикальной подачи, надо изготовить из более толстой проволоки.

Сборку станка начинают с механизма жесткой вертикальной подачи. В продольный паз корпуса *12* (см. рис. 2) вставляют гайку *26* и, пропустив через отверстия в них ходовой микрометрический винт *11*, навинчивают на его выступающий снизу конец две гайки М4, проложив между ними и корпусом шайбу. При этом необходимо

обеспечить плавное, без заеданий вращение винта и его минимальный люфт в осевом направлении. Затем на направляющие в виде «ласточкина хвоста» надевают промежуточную направляющую *10* и соединяют ее с гайкой *26* двумя винтами *28* (рис. 5). В зазор, образованный

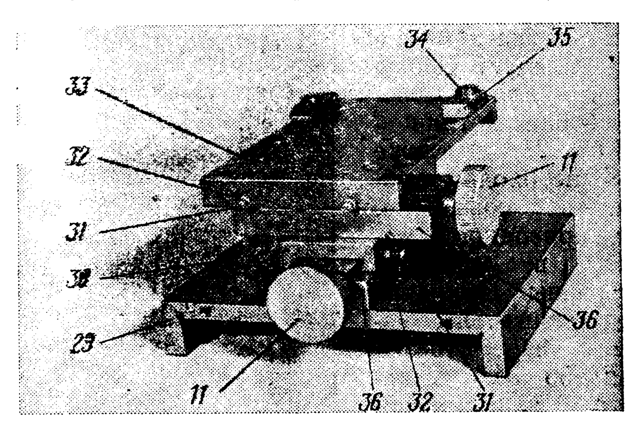
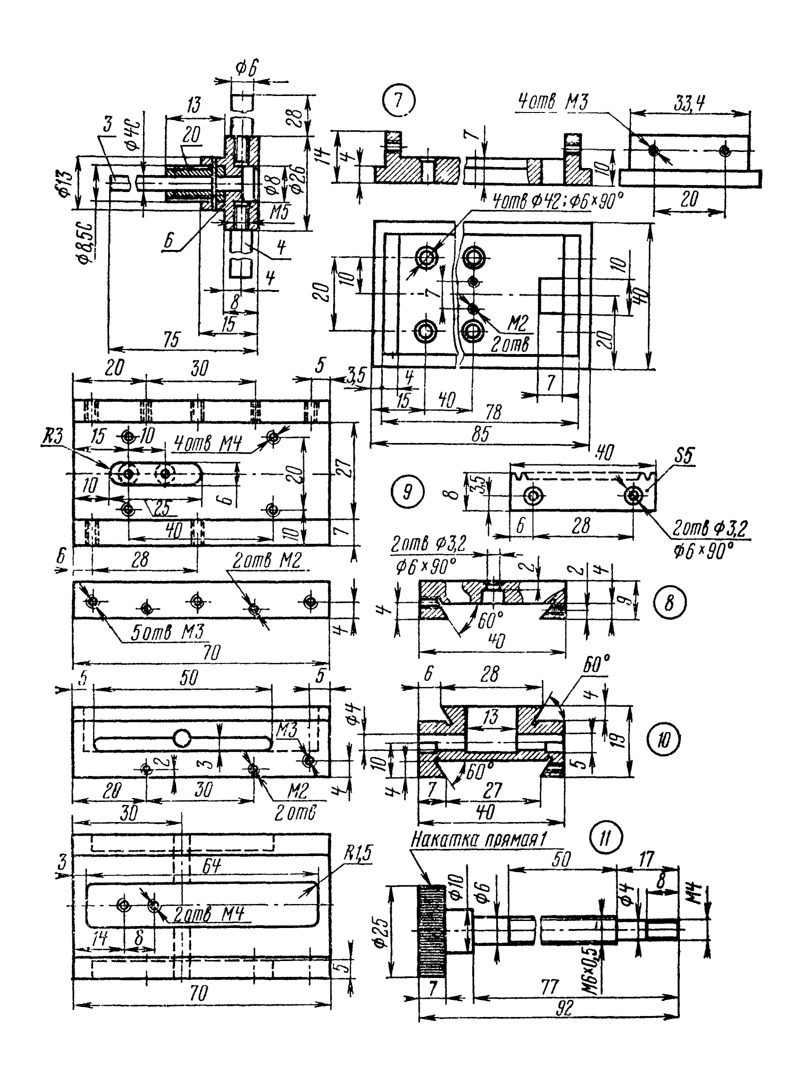
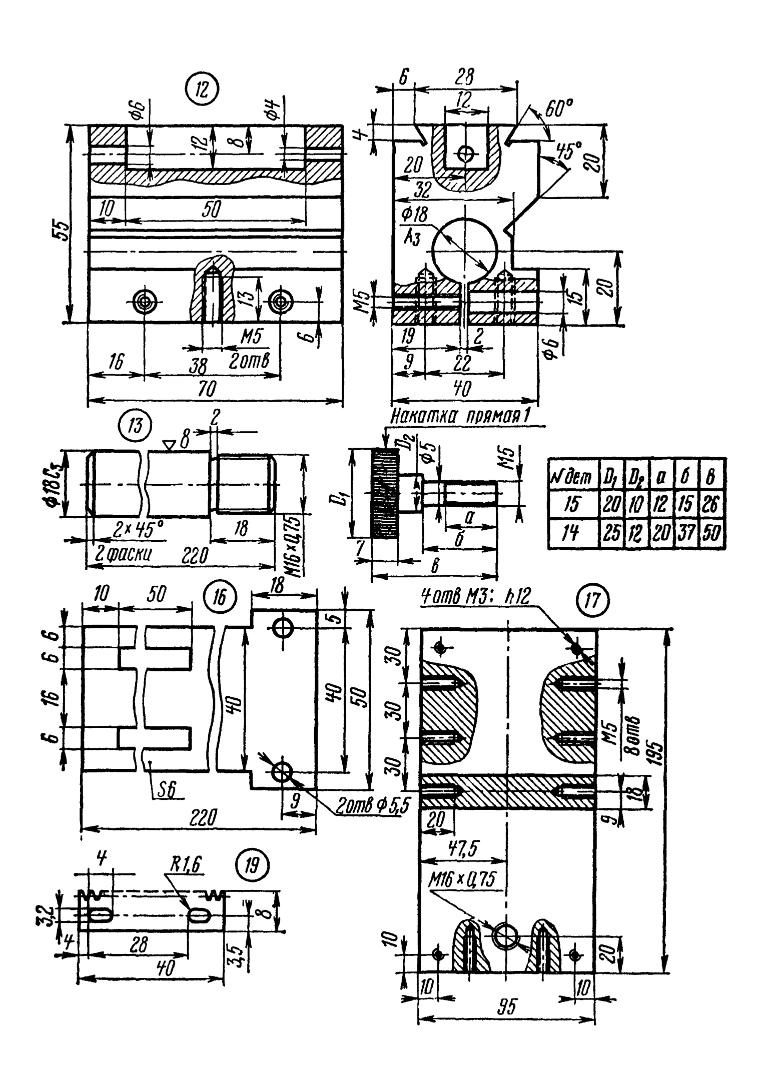


Рис. 4. Устройство съемного стола: *11*—винт микрометрический, 2 шт.; *29*—плита; *30*—пластина; *31*—винт М2×10, 4 шт.; *32* — гайка М2, 4 шт.; *33* — стол рабочий; *34* — винт М4×12, 2 шт.; *35* — планка прижимная, 2 шт.; *36*—направляющая, 2 шт.

направляющими типа «ласточкин хвост», вставляют клин *21* и с помощью двух винтов М2×10 с гайками выбирают поперечный люфт. Добившись плавного, безлюфтового движения дет. *10* по дет. *12* (вращением винта *11*), положение винтов М2×10 фиксируют гайками.

Рукоятку плавной вертикальной подачи собирают в такой последовательности. Сначала в корпус рукоятки *6* вставляют валик *3* так, чтобы его головка полностью вошла в углубление в корпусе, затем на валик до упора в корпус надевают зубчатое колесо *20*, сверлят по месту во всех трех деталях отверстие диаметром 1,45 мм и запрессовывают в него штифт. Далее в боковые пазы дет. *10* вставляют по одной пружине *27*, в отверстия диаметром 4 мм— рукоятку плавной подачи. На выступающий конец валика *3* надевают еще одно зубчатое колесо *20* и закрепляют его штифтом. В последнюю очередь в резьбовые отверстия корпуса ввинчивают с клеем четыре спицы *4*.


7
4отв М3
4отв Ф4,2; Ф6×90°
М2
2отв
9
S5
2отв Ф3,2
Ф6×90°
R3
4отв М4
2отв М2
5отв М3
8
10
М3
М2
2отв
11
Накатка прямая 1
R1,5
2отв М4
М6×0,5



№ дет	D_1	D_2	а	б	в
15	20	10	12	15	26
14	25	12	20	37	50

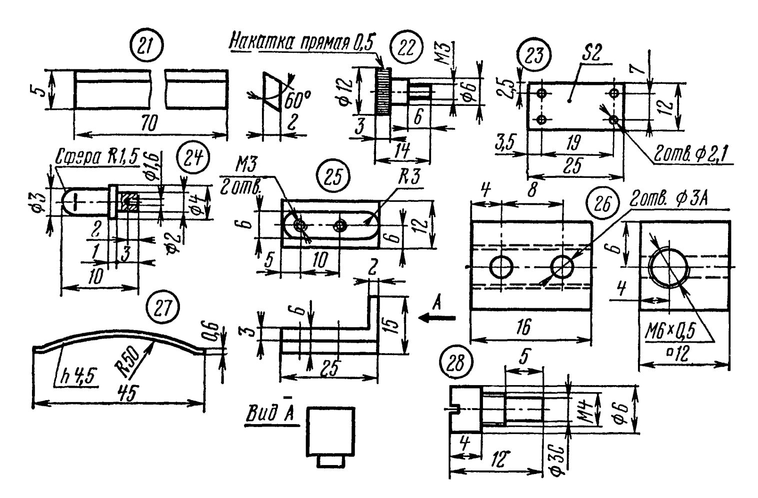


Рис. 5. Детали станка: *3* — валик, Ст. 20; *4* — спица, Ст. 20, 4 шт.; *6*—корпус рукоятки, Ст. 20; *7*—кронштейн приводного механизма, Д16-Т; *8*—пластина, ЛС59-1; *9*—рейка правая, Ст. 45; *10*—промежуточная направляющая, Ст. 20; *11*—винт микрометрический, Ст. 45; *12* — корпус, Ст. 20; *13*—колонка, Ст. 45, калить *HRC* 50...54; *14*, *15*—винты стопорные, Ст. 20; *16* — стойка, Ст. 45; *17* — станина, Ст. 45, калить *HRC* 50...54; *19* — рейка левая, Ст. 45; *20* — колесо зубчатое, Ст. 45, 2 шт.; *21*—клин, ЛС59-1, 4 шт.; *22* —винт стопорный, Ст. 20, 2 шт.; *23*—планка, стеклотекстолит; *24* — контакт, ЛС59-1, 2 шт., развальцевать в дет. *23*; *25* — упор, ЛС59-1; *26*—гайка, ЛС59-1; *27* — пружина, Ст. 65Г, 2 шт; *28* — винт специальный, Ст. 20, 2 шт. Детали *3*, *4*, *6*, *10*, *11* (только головку), *12—16*, *22*—хромировать, *7*—анодировать

После этого на дет. *8* с помощью винтов М4×8 с потайной головкой закрепляют упор *25* (его выступ овальной формы вставляют в паз такой же формы в дет. *10*) и рейки *9* и *19*. Первую из них крепят винтами М3×8 с потайной головкой, вторую — такими же винтами, но с цилиндрической головкой, которые завинчивают до отказа только после регулировки станка. Затем, вставив в углубление промежуточной направляющей *10* возвратную пружину *41* диаметром *10 мм* (использована пружина от бытовой швейной машины, число рабочих витков уменьшено до 13), надевают пластину *8* с таким расчетом, чтобы полка упора *25* вошла между валиком *3* и торцом возвратной пружины. В зазор между направляющими «ласточкин хвост» вставляют клин *21* и с помощью винтов М2×10 и гаек выбирают люфт между ними. Добив-

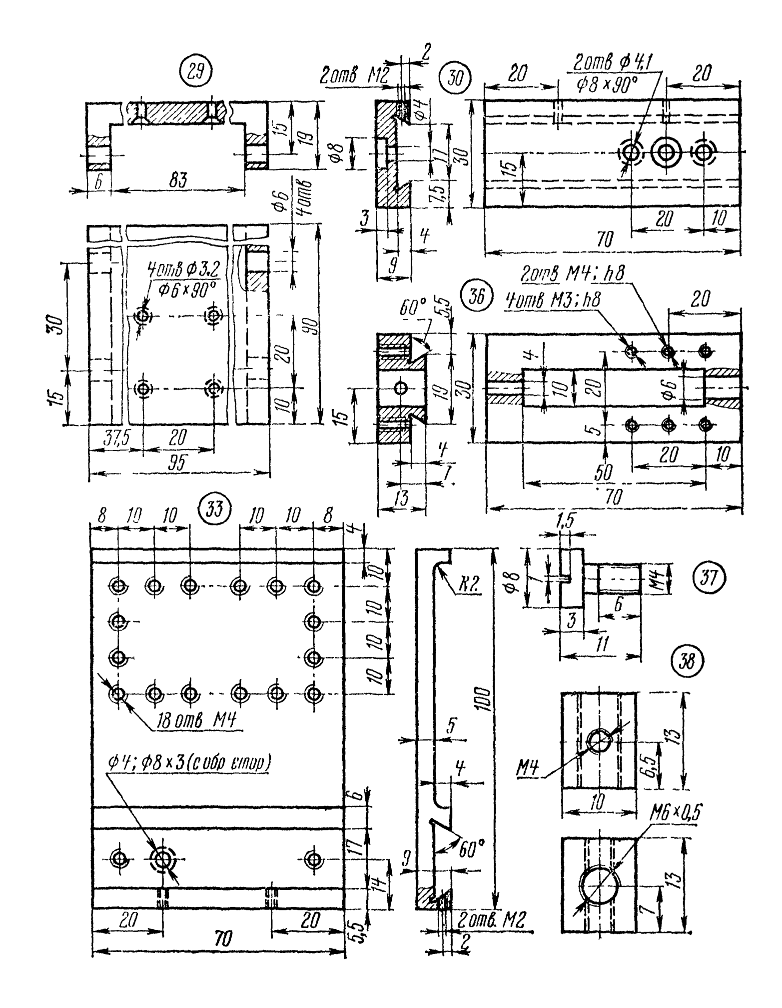


Рис. 6. Детали съемного стола: *29*— плита, Ст. 45; *30* — пластина, Ст. 20; *33*—рабочий стол, Ст. 45, калить *HRC* 48...52; *36*—направляющая, Ст. 20, 2 шт.; *37*—винт специальный, Ст. 20, *38*—гайка, ЛС59-1, 2 шт. Дет. *29*, *30*, *33*, *36*, *37*—хромировать

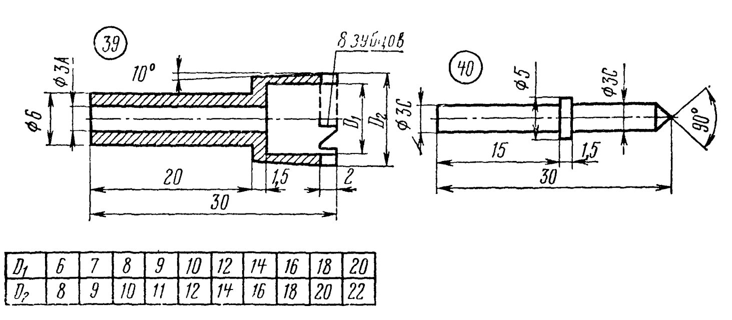
шись плавного перемещения пластины *8* относительно дет. *10* при вращении рукоятки плавной подачи и четкого возврата пластины в исходное положение под действием возвратной пружины, окончательно закрепляют рейку *19*, а в свободные отверстия дет. *8* и *10* ввинчивают стопорные винты *22*.

Кронштейн приводного механизма *7* закрепляют на пластине *8* четырьмя винтами М4×10 с потайной головкой. Колодку питания, состоящую из планки *23* и развальцованных в ней двух контактов *24*, крепят к кронштейну двумя винтами М2×5, так чтобы рабочие части контактов были обращены в сторону механизмов вертикальной подачи. В последнюю очередь на кронштейне закрепляют приводной механизм.

Сборку основания станка начинают с установки резиновых приборных ножек. Их крепят к станине *17* винтами М3×15 с подложенными под их головки стальными шайбами. С обратной стороны станины ввинчивают колонку *13*. Параллельно ей на узкой стороне станины с помощью двух винтов *14* закрепляют стойку *16*. После этого на колонку *13* надевают корпус *12* с механизмами привода и вертикальной подачи. В отверстия корпуса ввинчивают два винта *15* (с их помощью фиксируют положение корпуса на колонке) и два винта *14* (они крепят корпус к стойке *16*). Съемный стол собирают в соответствии с рис. 4. Вначале на плите *29* с помощью четырех винтов М3×8 с потайной головкой крепят направляющую *36*. В продольный паз этой детали вставляют гайку *38*, пропускают через резьбовое отверстие в ней и отверстия в направляющей микрометрический винт *11* и фиксируют его положение двумя гайками М4 (точно так же, как и при сборке механизма жесткой вертикальной подачи). Затем устанавливают на место пластину *30* с предварительно закрепленной на ней двумя винтами М4×8 еще одной направляющей *36*. Пластину *30* соединяют с гайкой *38* винтом *37*. В зазор, образованный направляющей и пластиной, вставляют клин *21* и с помощью винтов М2×10 и гаек добиваются легкого, но безлюфтового движения пластины относительно направляющей. В продольный паз второй направляющей вставляют гайку *38*, через отверстие в обеих деталях, как и раньше, пропускают еще один микрометрический винт и фиксируют его положение двумя гайками М4. После

этого устанавливают на место рабочий стол *33*, соединяют его винтом *37* и гайкой *38*, с помощью еще одного клина *21* и винтов М2×10 с гайками выбирают люфт поперечной подачи. Съемный стол закрепляют на станине станка четырьмя винтами *14*.

Перед включением станка все трущиеся места механизмов смазывают тонким слоем технического вазелина.



D_1	6	7	8	9	10	12	14	16	18	20
D_2	8	9	10	11	12	14	16	18	20	22

Рис. 7. Приспособление для вырезания отверстий Д8-22 мм: *39* — полая фреза, Ст. У8А, калить *HR*C 48...52; *40* — стержень направляющий, Ст. 45

Закрепив в патроне шпинделя сверло или фрезу, а на рабочем столе заготовку какой-либо детали, проверяют работу станка во всех режимах. Расстояние от конца сверла или фрезы до обрабатываемой детали изменяют перемещением суппорта относительно колонки *13* и стойки *16* при вывинченных на 0,5—1,5 оборота винтах *14* и *15*.

Конструкция фрезы для вырезания отверстий диаметром от 8 до 22 мм показана на рис. 7. Фрезы изготавливают из инструментальной стали марки У8А. Выточив заготовку, на правом (по рисунку) торце пропиливают восемь пазов шириной 1 и глубиной 2 мм. Получившимся выступам придают форму зубьев и после закалки до твердости HRC 48—52 их окончательно затачивают с помощью абразивных брусочков.

Направляющий стержень *40* используют в тех случаях, когда допуск на расстояние между центрами вырезаемых фрезой отверстий составляет ±0,1—0,2 мм. Левый (по рисунку) конец стержня вставляют в отверстие фрезы, а правый — в отверстие диаметром 3 мм, предварительно просверленное в обрабатываемой детали.

ЭЛЕКТРОНИКА В БЫТУ

ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ НА МИКРОСХЕМАХ БЕЗ ДЕШИФРАТОРА

Ю. НИЛОВ

Эти электронные часы выполнены на микросхемах серии К155. Погрешность их работы — около 40 с в год. Показания отображаются с помощью шести индикаторных ламп ИН-8. Микросхемы питаются постоянным напряжением 5±0,1 В. Для питания индикаторных ламп используется либо постоянное напряжение 200 В, либо пульсирующее 180 В, получаемое при однополупериодном выпрямлении переменного напряжения частотой 50 Гц. Последний вариант более предпочтителен, так как в этом случае мощность, потребляемая индикаторными лампами и их анодными резисторами, уменьшается, а срок службы ламп увеличивается.

Мощность, потребляемая электронными часами (при отключенной индикации) от сети, составляет 2,5 Вт. Ток, потребляемый микросхемами, равен 0,5 А. При включении индикации мощность возрастает до 6 Вт (мощность указана для случая, когда напряжение питания индикаторных ламп равно 200 В).

Габариты часов (без блока питания) — 170×100×50 мм.

Особенность предлагаемой схемы состоит в том, что вместо двоичного счетчика использованы кольцевые сдвигающие регистры, так называемые кольцевые счетчики, реализованные на D-триггерах. Это позволяет исключить из часов дешифратор и уменьшить их габариты.

Из структурной схемы (рис. 1) видно, что в состав электронных часов входят генератор импульсов *ГИ*, делитель частоты *ДЧ*, регистры единиц и десятков секунд (*РЕС* и *РДС*), единиц и десятков минут (*РЕМ* и *РДМ*), единиц и десятков часов (*РЕЧ* и *РДЧ*). Названия регистров соответствуют интервалам времени, которые они отсчитывают.

Задающий генератор вырабатывает импульсы с частотой следования 1 МГц, которые делитель частоты преобразует в импульсы с частотой следования 1 Гц. Импульсы частотой 1 Гц подаются на *РЕС*. Регистры *РЕС*, *РЕМ* и *РЕЧ* осуществляют пересчет на 10, *РДМ* и *РДС*—

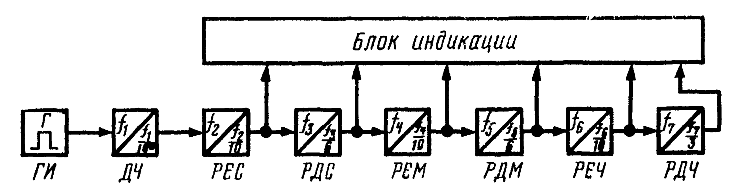


Рис. 1. Структурная схема электронных часов

на 6, а *РДЧ* —на 3. Состояние регистров отображается на цифровых индикаторах.

Построение кольцевых сдвигающих регистров основано на особенности работы D-триггера, который имеет один информационный вход *D* и один синхронизирующий *С*. Информация, поступающая на вход *D*, может заноситься в триггер только при наличии синхронизирующего (тактового) импульса на входе *С*. Если на вход *D* поступает логическая единица, то после прихода очередного тактового импульса на вход *С* триггер устанавливается в единичное состояние. Если на вход подать логический нуль, то с приходом тактового импульса триггер устанавливается в нулевое состояние.

Если же из *D*-триггеров составить цепочку, в которой выход каждого из них будет соединен с входом *D* последующего, а все входы *С* подключены к общей шине синхронизации, то каждый раз с приходом очередного тактового импулса информация, хранящаяся в предыдущем триггере, будет переходить в последующий. Узел, в котором это происходит, называется сдвигающим регистром.

Сдвигающий регистр, замкнутый в кольцо цепью обратной связи, может быть использован в качестве кольцевого счетчика. В таком регистре по цепочке триггеров продвигается одна логическая единица, которая при подаче очередного тактового импульса сдвигается в следующий по порядку триггер регистра. Дойдя до конца регистра, единица возвращается в первый триггер, и счет повторяется снова. Построение такой схемы поясняется

рис. 2. Во всех регистрах прямой выход Q каждого предыдущего триггера соединен с D входом последующего триггера, а выход последнего триггера — с D входом первого. Выходной сигнал снимается с инверсного выхода $\overline{Q}$ последнего триггера регистра и подается на синхронизирующие входы триггеров следующего регистра, где он выполняет роль тактового импульса.

Для того чтобы сдвигающий регистр мог функционировать, необходимо в начальный момент один из его триггеров установить в единичное состояние, а все остальные — в нулевое. С этой целью входы S (установка в «1») всех первых триггеров каждого регистра подключены к шине *«Сброс»*. Сюда же подключены входы R (установка в «0») всех остальных триггеров. Работа осуществляется следующим образом. Подав импульс по шине *«Сброс»,* первые триггеры регистров *Тг1, Тг11, Тг17, Тг27, Тг33* и *Тг43* устанавливаются в единичное состояние, а остальные *Тг2—Тг10, Тг12—Тг16, Тг18—Тг26, Тг28—Тг32, Тг34—Тг42, Тг44* и *Тг45* — в нулевое. После этого с приходом каждого тактового импульса по шине *«Вход»* в регистре единиц секунд логическая единица будет последовательно передвигаться из триггера *Тг1* в *Тг2, из Тг2* в *Тг3* и т. д. Дойдя до последнего триггера *Тг10* регистра единиц секунд, она возвратится по цепи обратной связи в первый триггер регистра *Тг1*. При этом на инвертирующем выходе $\overline{Q}$ триггера *Тг10* появится тактовый импульс, который поступает на синхронизирующие входы триггеров регистра десятков секунд, вследствие чего в нем произойдет сдвиг единицы из триггера *Тг11* в триггер *Тг12*.

Таким образом, после окончания каждого цикла сдвигов в регистре единиц происходит один сдвиг единичного состояния в регистре десятков. В свою очередь каждому циклу сдвигов в регистре десятков соответствует один сдвиг в следующем за ним регистре единиц и т. д.

Так как регистр единиц секунд содержит 10 триггеров, а регистр десятков — 6, осуществляя пересчет на 10 и 6, то общий коэффициент пересчета этих двух регистров равен 60, что является необходимым условием для осуществления счета времени.

Порядковый номер триггера в регистре равен числу сдвигов, необходимых для того, чтобы сдвигаемая еди-

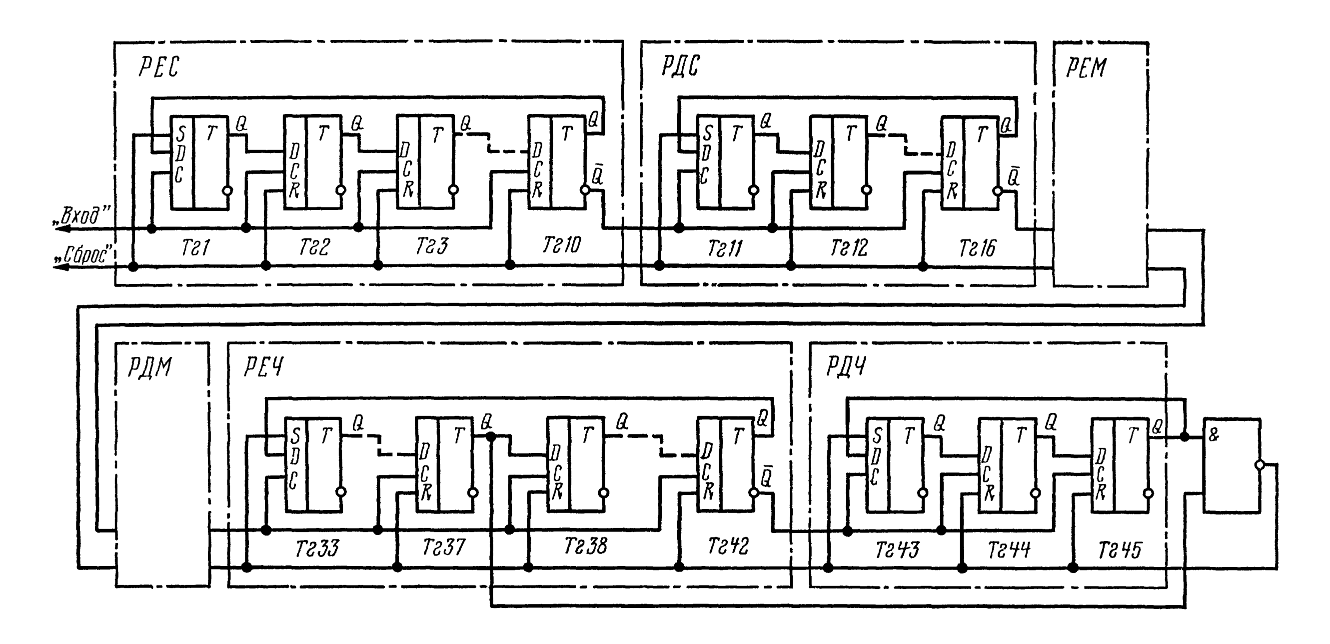
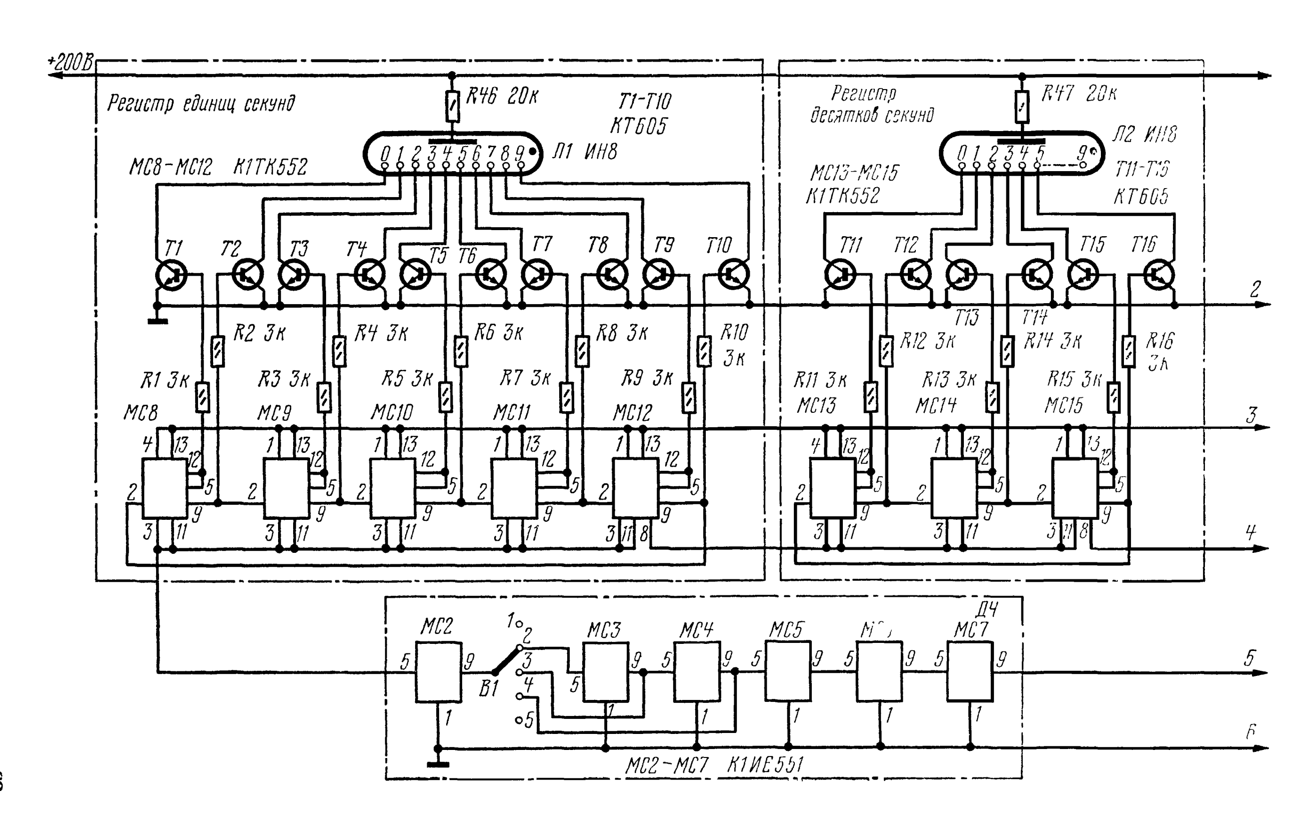


Рис. 2. Функциональная схема кольцевых регистров



+200В
Регистр единиц секунд
R46 20к
T1-T10
КТ605
Л1 ИН8
МС8-МС12 К1ТК552
0 1 2 3 4 5 6 7 8 9
T1 T2 T3 T4 T5 T6 T7 T8 T9 T10
R1 3к
R2 3к
R3 3к
R4 3к
R5 3к
R6 3к
R7 3к
R8 3к
R9 3к
R10 3к
МС8 МС9 МС10 МС11 МС12
Регистр десятков секунд
R47 20к
Л2 ИН8
МС13-МС15
К1ТК552
T11-T16
КТ605
T11 T12 T13 T14 T15 T16
R11 3к
R12 3к
R13 3к
R14 3к
R15 3к
R16 3к
МС13 МС14 МС15
2
3
4
5
6
ДЧ
МС2 МС3 МС4 МС5 МС7
В1
МС2-МС7 К1ИЕ551

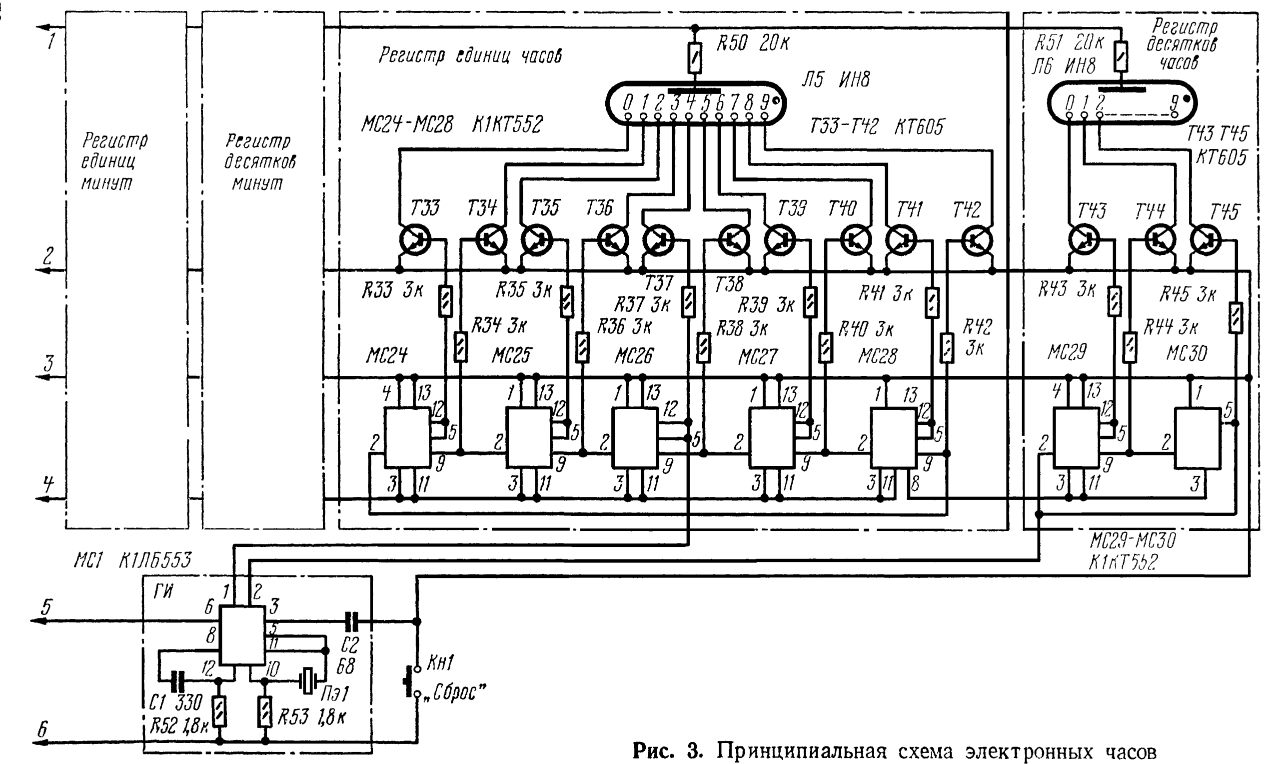


Рис. 3. Принципиальная схема электронных часов

ница достигла данного триггера. Таким образом, единичные состояния триггеров позиционно соответствуют числу сдвигов, происшедших в регистре, а следовательно, и числу входных импульсов, пришедших в регистр. Вследствие этого отпадает необходимость использовать в электронных часах дешифратор, так как информация, снимаемая с прямых выводов Q триггеров, может непосредственно подаваться на транзисторные ключи, управляющие работой индикаторных ламп.

Схемы *РЕС, РЕМ* и *РЕЧ* одинаковы и содержат по 10 триггеров. Схемы *РДС* и *РДМ* также одинаковы и содержат по 6 триггеров в отличие от *РДЧ,* состоящего из трех триггеров.

При достижении 24 ч на электронных часах должны светиться нули. Для этого прямые выходы *Q* триггеров *Тг37* регистра единиц часов и *Тг45* регистра десятков часов подключены к двухходовому логическому элементу «И-НЕ». Когда оба указанных триггера окажутся в единичных состояниях (что соответствует 24 ч), на выходе элемента «И-НЕ» появится логический нуль, который подается на шину *«Сброс»* и возвращает регистры часов в исходное состояние.

Принципиальная схема электронных часов приведена на рис. 3. На микросхеме *МС1* выполнен задающий генератор. Стабильность его частоты определяется кварцевым резонатором *Пэ1* с резонансной частотой 1 МГц. Кроме того, с микросхемы *МС1* поступает импульс на шину *«Сброс»* при достижении 24 ч (выводы *5* микросхем *МС26* и *МС30* соединены с выводами *1* и *2* микросхемы *МС1).*

Делитель частоты выполнен на шести микросхемах К1ИЕ551 (*МС2—МС7*), представляющих собой десятичные счетчики с коэффициентом пересчета 10. Суммарный коэффициент пересчета микросхем *МС2—МС7* равен 10^6. Это позволило получить на выходе делителя импульсы с частотой следования 1 Гц.

Сдвигающие регистры построены на 23 микросхемах К1ТК552 (*МС8—МС30)*, представляющих собой два триггера, объединенные в одном корпусе.

Транзисторы *Т1—Т45,* работающие в ключевом режиме, управляют индикаторными лампами *Л1—Л6.* Импульсы, управляющие работой транзисторных ключей, с выводов *5* и *9* микросхем *МС8—МС30* через резисторы

R1—R45 поступают на базы транзисторов. Единичному состоянию триггера соответствует наличие на его прямом выходе высокого потенциала (+4,7 В), который открывает один из транзисторов. Нулевому состоянию триггера соответствует низкий потенциал (+0,3 В), закрывающий электронный ключ. Когда ключ открыт, в индика-

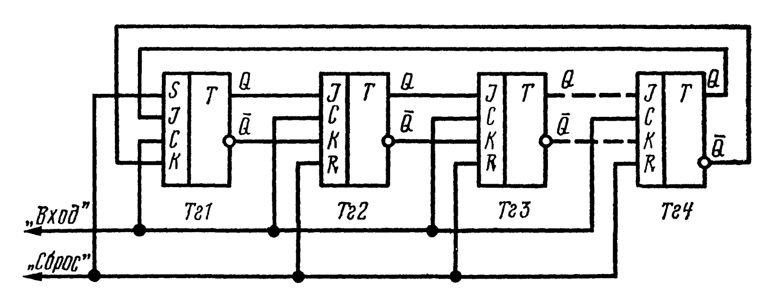


Рис. 4. Функциональная схема кольцевого регистра на микросхеме К1ТК551

торной лампе зажигается цифра-катод, с которой соединен коллектор данного транзистора. Ток, протекающий в индикаторной лампе, равен 2,5 мА. Он определяется резисторами *R46—R51,* включенными в анодные цепи индикаторов. Уменьшение сопротивления этих резисторов усиливает яркость свечения ламп, но при этом возрастает мощность, потребляемая часами.

Для сброса показаний электронных часов предусмотрена кнопка *Кн1,* при нажатии которой шина *«Сброс»* соединяется с общей шиной, имеющей нулевой потенциал.

Переключатель *В1* предназначен для начальной установки электронных часов. Чтобы установить требуемый час, переключатель *В1* переводят в положение *4.* При этом из делителя частоты исключается один десятичный счетчик (микросхема *МС7)* и скорость счета электронных часов возрастает в 100 раз. В положении *3* переключателя *В1* устанавливают минуты (шунтируется микросхема *МС3).* Положение *2* переключателя используется для выставления секунд и является рабочим положением. В положении *1* и *5* цепь передачи информации в делителе частоты разрывается, работа часов прекращается и их показания фиксируются. Это позволяет использовать часы в качестве электронного секундомера.

Делитель частоты может быть реализован и на пересчетных декадах, описанных в журнале «Радио» (см. ст. «Электронные часы на интегральных микросхемах».— «Радио», 1974, № 9, 11). В качестве источника питания

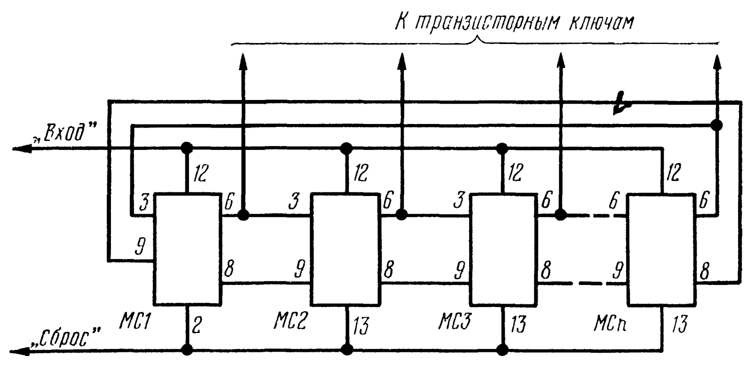


Рис. 5. Принципиальная схема кольцевого регистра на микросхеме К1ТК551

электронных часов может быть использован блок питания, схема которого приведена там же.

Вместо D-триггеров для построения кольцевых сдвигающих регистров можно применить также j-К триггеры (К1ТК551). Функциональная и принципиальная схемы регистров, собранных на них, приведены на рис. 4 и 5.

Предлагаемая схема электронных часов достаточно проста, так как реализована на одних и тех же элементах и имеет однотипное построение, что способствует применению печатного монтажа.

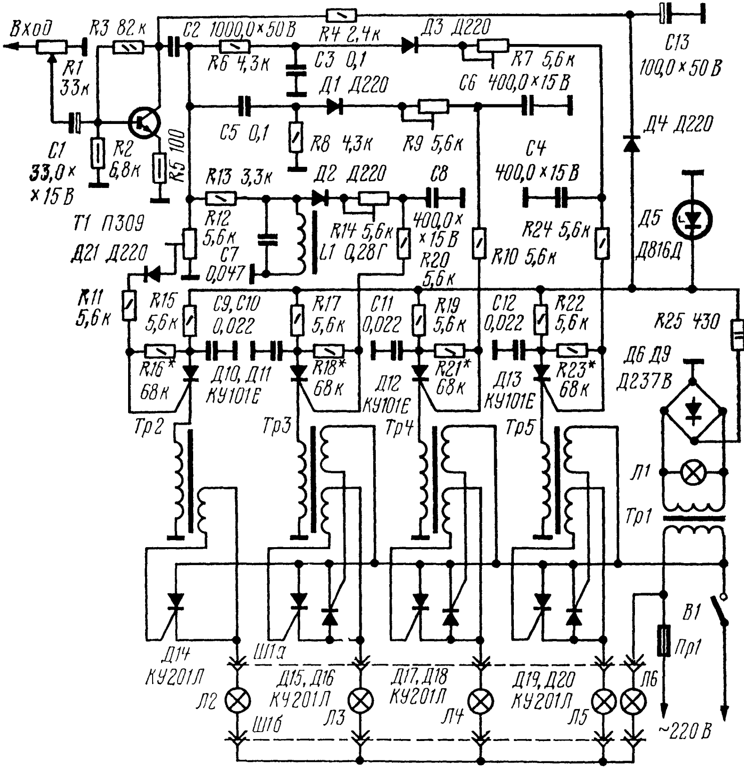
ЦВЕТ И МУЗЫКА

ЦВЕТОМУЗЫКАЛЬНАЯ ПРИСТАВКА НА ТИРИСТОРАХ

В. БЕЛОВ

Описываемая цветомузыкальная приставка работает по широко известному принципу частотного разделения звукового сигнала. Ее отличительной особенностью является простота устройства управления тиристорами.

Принципиальная схема приставки приведена на рисунке. Низкочастотный сигнал со входа через регулятор



Принципиальная схема приставки

уровня (переменный резистор *R1*) и конденсатор *C1* поступает на базу транзистора *T1*, на котором выполнен усилитель. С выхода усилителя сигнал подается на три фильтра, которые разделяют его на три канала. Резистор *R6* и конденсатор *C3* образуют фильтр низших частот, резистор *R8* и конденсатор *C5* — фильтр высших частот, а катушка *L1* и конденсатор *C7* — фильтр средних частот. Резистор *R13* устраняет шунтирование контура *L1C7* выходным сопротивлением транзистора.

С фильтров сигналы поступают на однополупериодные выпрямители на диодах *Д1—Д3*, а затем на соответствующие интегрирующие цепочки *R7C4, R9C6* и *R14C8*. К выходу этих цепочек подключены управляющие электроды маломощных тиристоров *Д11—Д13*. Резисторы *R10, R20* и *R24* ограничивают ток через управляющие электроды.

Со вторичной обмотки трансформатора питания *Тр1* напряжение подается на мостовой выпрямитель (диоды *Д6—Д9*). Стабилитрон *Д5* формирует из него «трапецеидальное» напряжение, которое через интегрирующие цепочки *R15C9, R17C10, R19C11* и *R22C12* поступает на маломощные тиристоры.

Работу каналов цветомузыкальной приставки рассмотрим на примере канала средних частот. В исходном состоянии тиристор *Д11* закрыт. Конденсатор *C10* заряжен приблизительно до напряжения стабилизации стабилитрона *Д5*. При появлении сигнала в канале тиристор *Д11* открывается и конденсатор *C10* разряжается через первичную обмотку трансформатора *Тр3*. Напряжение со вторичных обмоток трансформатора подается на управляющие электроды мощных тиристоров *Д15* и *Д16*. Один из них, к аноду которого приложено положительное напряжение, открывается, и зажигается лампа *Л3*.

Лампы *Л3* (зеленого цвета), *Л4* (красного), *Л5* (синего) и *Л6* (фиолетового) создают фоновую подсветку на экране приставки. На быстрые изменения уровня входного сигнала реагирует малоинерционная лампа *Л2* (8 Вт, 127 В), канал управления которой не имеет существенных отличий от рассмотренного выше.

Налаживание приставки несложно и заключается в установке режимов работы тиристоров *Д10—Д13*. Нормальный режим работы определяется минимальным свечением ламп *Л2—Л5* при отсутствии входного сигнала

(достигается подбором резисторов *R16, R18, R21* и *R23*). Подстроечными резисторами *R7, R9* и *R14* выбирают постоянную времени интегрирующих цепочек *R7C4, R9C6, R14C8*.

Конструкция и детали. Приставка собрана на прямоугольном шасси размером 195×150 мм. Монтаж устройства выполнен на четырех отдельных платах из гетинакса.

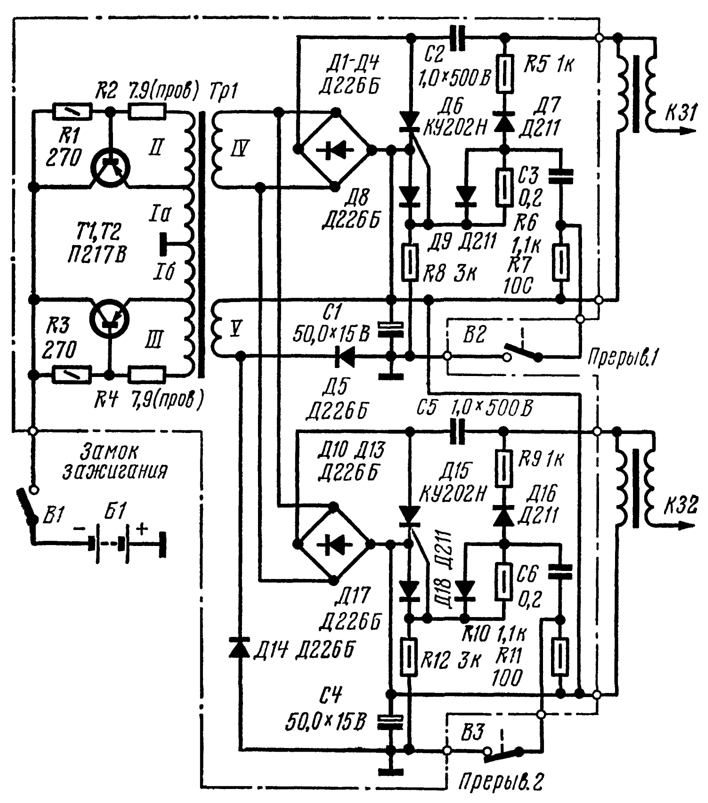
Трансформаторы *Тр2—Тр5* намотаны на тороидальных сердечниках из пермаллоя 79НМУ (типоразмер К20×14×7). Каждая из обмоток содержит по 50 витков провода ПЭВ-2 0,25. Трансформатор питания *Тр1* может быть любым мощностью 15—20 Вт и с напряжением на вторичной обмотке 70—80 В. В качестве ламп *Л2—Л5* могут быть любые лампы накаливания.

МОТОЛЮБИТЕЛЯМ

УСТРОЙСТВО ЭЛЕКТРОННОГО ЗАЖИГАНИЯ ДЛЯ МОТОЦИКЛА «ЯВА-350»

Ю. АВЕРЬЯНОВ

Устройство электронного зажигания, встроенное в мотоцикл «Ява-350», удлиняет срок службы прерывателей, аккумулятора, генератора, снижает ток, потребля-



Принципиальная схема устройства электронного зажигания

емый на зажигание, способствует более полному сгоранию рабочей смеси в цилиндрах, повышает приемистость и мощность двигателя. При частоте прерываний 100 Гц каждым прерывателем, что соответствует 6000 оборотам двигателя в минуту, и при зазорах свечей 1,5 мм максимальный потребляемый устройством ток составляет 1,4 А, а при холостом режиме — 650 мА.

Основными элементами устройства (см. рисунок) являются преобразователь напряжения (с 6 до 400 В) на транзисторах *Т1, Т2* и накопительные конденсаторы *С2, С5* с ключами на тиристорах *Д6, Д15.*

Преобразователь напряжения собран по схеме двухтактного блокинг-генератора.

Транзисторы *Т1, Т2* укреплены на медной пластине 115×90×3 мм. Корпус транзисторов изолирован от пластины триацетатной пленкой толщиной 0,05 мм.

Устройство собрано с применением печатного монтажа. Для достижения высокой плотности монтажа (размер платы — 90×80 мм) все детали расположены вертикально.

Трансформатор *Тр1* собран в броневом сердечнике Б48 из феррита марки М2000НМ. Число витков в обмотках указано в таблице.

Обмотка	Число витков	Провод
Iа, Iб	35	ПЭЛ 0,6
II, III	10	ПЭЛ 0,3
IV	1200	ПЭЛ 0,12
V	50	ПЭЛ 0,2

Чтобы в обмотки не попадала влага, они пропитаны шеллаком. Устройство размещено в металлическом корпусе размером 132×102×40 мм и снабжено выходным шестиштырьковым разъемом типа ШР. Для перехода на обычное зажигание используется ответный разъем с перемычками, которые восстанавливают разрывы в цепях, сделанные в нормальной схеме.

Корпус устройства располагают в верхней части инструментального ящика мотоцикла.

АВТОМАТИЧЕСКОЕ БЕСКОНТАКТНОЕ УСТРОЙСТВО ОГРАНИЧЕНИЯ НАПРЯЖЕНИЯ ХОЛОСТОГО ХОДА СВАРОЧНОГО ТРАНСФОРМАТОРА

Б. РАБКИН

Условия выполнения электросварочных работ на большинстве промышленных предприятий относятся, с точки зрения электробезопасности, к условиям с повышенной опасностью или особо опасным. Напряжение холостого хода сварочного трансформатора, достигающее 60—76 В, в помещениях с токопровдящим полом, в емкостях, туннелях, коллекторах является опасным, прикосновение к электроду оголенным участком тела может привести к тяжелым последствиям. В связи с этим «Правила устройства электроустановок» и «Правила технической эксплуатации электроустановок потребителей» требуют применения в подобных случаях устройств, обеспечивающих автоматическое отключение напряжения холостого хода сварочного трансформатора или ограничения напряжения холостого хода до 12 В с выдержкой не более 0,5 с.

Выполняя эти требования, на многих предприятиях внедряют релейные устройства ограничения напряжения холостого хода сварочного трансформатора. Недостатками таких устройств являются низкое быстродействие, малая надежность, неудобство подключения, а в большинстве случаев и невозможность применения их для сварочных трансформаторов без регулирующего дросселя. В предлагаемой конструкции эти недостатки отсутствуют.

Описываемое устройство предназначено для автоматического ограничения напряжения холостого хода сварочного трансформатора до 6—10 В с заданной выдержкой времени в интервале от нуля до 12 с. Оно состоит из четырех основных узлов (рис. 1): триггера Шмитта (транзисторы *Т2* и *Т3*), ждущего блокинг-генератора (транзистор *Т4*), реле времени (транзистор *Т1*) и узла коммутации первичной обмотки сварочного трансформа-

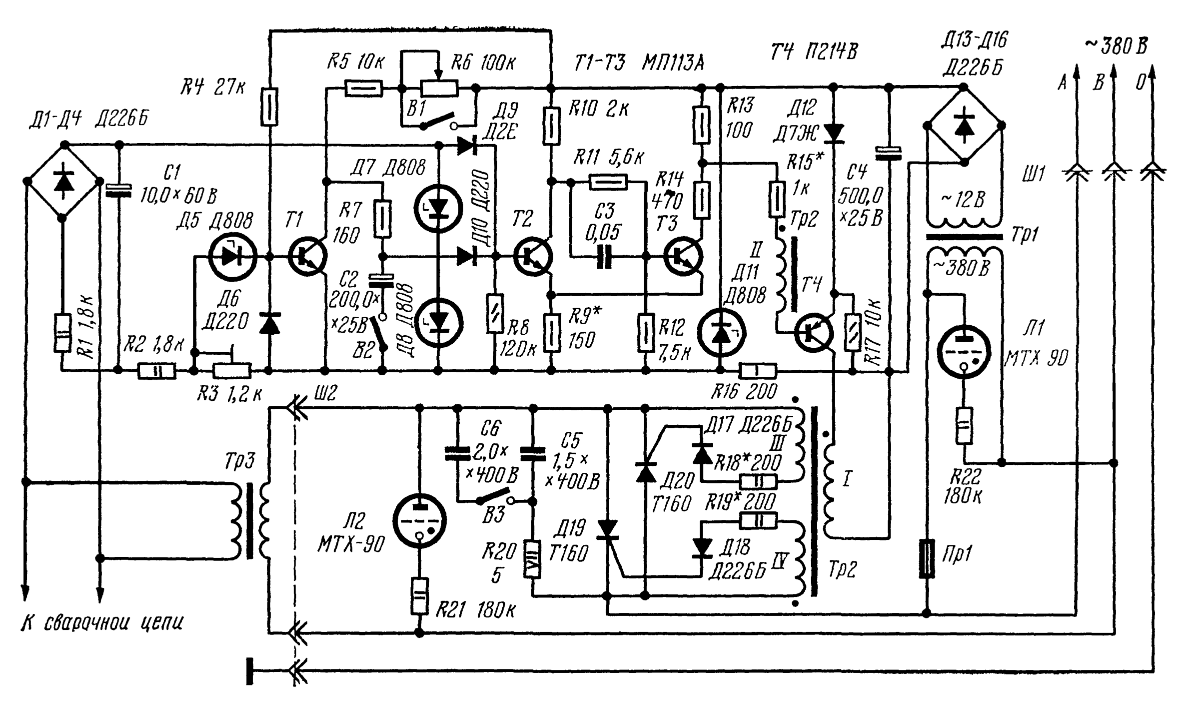


Рис. 1. Принципиальная схема устройства

тора (тиристоры *Д19, Д20*). Напряжение питания устройства подается со вторичной обмотки трансформатора *Тр2*.

Принцип работы устройства основан на неоднозначности напряжений срабатывания и отпускания триггера Шмитта.

При включении питания первичная обмотка сварочного трансформатора *Тр3* подключается к сети через цепочку *R20C5* или *R20C5C6*. Напряжение на выводах разомкнутой вторичной обмотки сварочного трансформатора составляет 6—10 В. Напряжение со вторичной обмотки трансформатора, выпрямленное диодами *Д1—Д4*, подается на вход электронного устройства. При этом транзисторы *Т1* и *Т2* открыты, транзистор *Т3* закрыт. Ждущий блокинг-генератор не генерирует.

При замыкании сварочной цепи напряжение на выводах вторичной обмотки сварочного трансформатора уменьшается почти до нуля, так как первичная обмотка трансформатора подключена к сети через *RC* цепь, имеющую большое сопротивление. Напряжение на базе транзистора *Т2* становится меньше напряжения отпускания триггера Шмитта. Транзистор *Т2* закрывается, а *Т3* открывается. Коллекторный ток транзистора *Т3* создает падение напряжения на делителе *R13R14*, достаточное для возбуждения блокинг-генератора. Последний начинает генерировать сигнал с частотой около 1 кГц.

Положительные импульсы со вторичной обмотки трансформатора *Тр2* через цепочки *Д17R18* и *Д18R19* подаются на управляющие электроды тиристоров *Д19* и *Д20*, обеспечивая их открывание в начале положительного для каждого из них полупериода сетевого напряжения. Через открытые тиристоры на первичную обмотку сварочного трансформатора практически подается полное напряжение сети. На его вторичной обмотке появляется напряжение, равное 20—50 В, которого достаточно для поддержания сварочной дуги, но недостаточно для срабатывания триггера Шмитта.

После окончания процесса сварки при размыкании сварочной цепи напряжение на выводах вторичной обмотки сварочного трансформатора возрастает до 60—76 В. Падение напряжения на резисторе *R3* увеличивается и становится достаточным для пробоя стабилитрона *Д5*. Транзистор *Т1* закрывается. Конденсатор *С2*, зашунтированный открытым транзистором *Т1*, начинает заря-

жаться через резисторы *R5—R7*. При достижении на конденсаторе *C2* напряжения, большего, чем падение напряжения на резисторе *R9*, срабатывает триггер Шмитта. Транзистор *T2* открывается, а *T3* закрывается. Это приводит к срыву генерации блокинг-генератора. Исчезают управляющие импульсы тиристоров *Д19* и *Д20*. Тиристоры закрываются. Напряжение на первичную обмотку сварочного трансформатора подается только через цепь *R20C5* (*R20C5C6*). Устройство возвращается в исходное состояние. Конденсатор *C2* быстро разряжается через открытый транзистор *T1*.

Резисторы *R1—R3* вместе с конденсатором *C1* выполняют роль фильтра входного напряжения. Одновременно резисторы *R1—R3* являются балластными для стабилитронов *Д7* и *Д8*. Резистором *R3* регулируют напряжение на входе устройства, при котором начинается отсчет времени выдержки на понижение напряжения на вторичной обмотке сварочного трансформатора после разрыва сварочной цепи. Диод *Д6* ограничивает напряжение на базе транзистора *T1*. Диоды *Д9* и *Д10* обеспечивают развязку триггера по двум входам. Стабилитрон *Д11* стабилизирует напряжение питания устройства. Резисторы *R18*, *R19* компенсируют разброс параметров цепи управления тиристоров *Д19* и *Д20*.

Выдержку времени регулируют переменным резистором *R6*.

Если используется сварочный трансформатор с переключателем на большие и малые токи (например ТД-300, ТД-500), следует учесть, что при переключении изменяется индуктивное сопротивление трансформатора, приведенное к его первичной обмотке. Следовательно, для получения напряжения холостого хода при разомкнутой вторичной цепи и закрытых тиристорах в пределах 6—10 В, надо изменить параметры *RC* цепи, шунтирующей тиристоры (переключателем *B2*). При работе сварочного трансформатора в положении переключателя *«Малые токи»* переключатель *B2* должен быть разомкнут, в положении *«Большие токи»* — замкнут.

Контроль напряжения питающей сети и на первичной обмотке сварочного трансформатора производится индикаторными лампами *Л1* и *Л2*.

Детали и конструкция. В устройстве применены постоянные резисторы МЛТ, переменные СП-0,5, конден-

саторы ЭМ, К50-6, МБМ. Конденсаторы *С5* и *С6* — МБГЧ с рабочим напряжением 400 В, но можно использовать и другие типы конденсаторов с рабочим напряжением 600 В.

Трансформатор *Тр1* выполнен на сердечнике Ш16×25. Первичная обмотка содержит 6070 витков провода ПЭЛ 0,1, вторичная — 200 витков провода ПЭЛ 0,44. В качестве трансформатора *Тр1* может быть применен любой трансформатор 380/12 В мощностью не менее 8 В·А.

Выходной трансформатор *Тр2* намотан проводом ПЭЛ 0,23 на сердечнике Ш16×15. Обмотка *I* содержит 50 витков, *II* — 35 витков, *III* и *IV* — по 150 витков. При намотке трансформатора *Тр2* особое внимание следует обратить на качество изоляции обмоток *III* и *IV* между собой и относительно остальных обмоток.

Транзисторы *Т1—Т3* могут быть МП37А, МП37Б. При этом в качестве диода *Д9* следует применять кремниевый диод (например, серии Д220 или Д226). Транзистор *Т4* может быть любой из серий П214—П217. Его устанавливают на радиатор, изготовленный из полоски меди размером 40×25×2,5 мм.

Тиристоры *Д19* и *Д20*—Т160 (не ниже 6 кл.) устанавливаются на стандартные семиреберные радиаторы.

Устройство выполнено в виде переносной приставки к сварочному трансформатору. Ее размер — 280×250×200 мм. К питающей сети приставку подключают кабелем с унифицированным разъемом. Монтаж электронной части устройства выполнен на печатной плате из фольгированного гетинакса размером 214×82 мм (рис. 2).

На верхней панели устройства устанавливают переключатели *В1* и *В2*, регулятор выдержки времени, индикаторные лампы и предохранитель *Пр1*. Для охлаждения тиристоров в верхней и нижней панелях корпуса имеются вентиляционные отверстия. На боковой поверхности корпуса установлен унифицированный разъем для подключения сварочного трансформатора и два зажима для соединения входа устройства со вторичной обмоткой сварочного трансформатора.

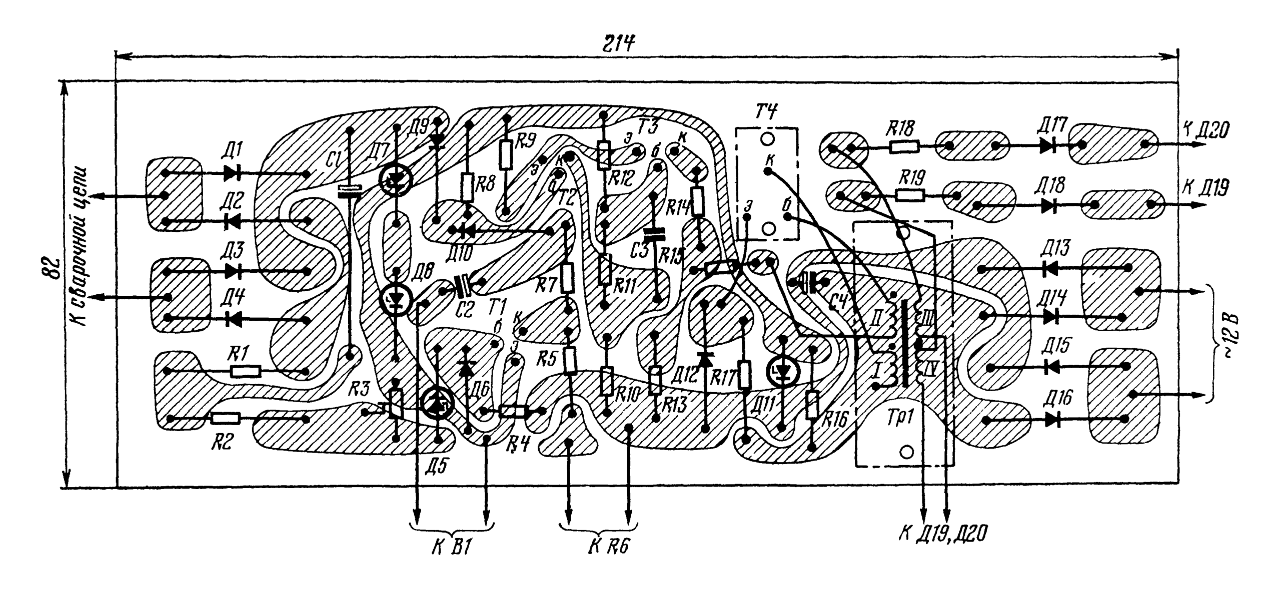


Рис. 2. Печатная плата и схема соединений элементов бесконтактного устройства

Налаживание. Тщательно проверив правильность монтажа, размыкают цепь коллектора транзистора *Т4* (отсоединив один из выводов обмотки *I* трансформатора *Тр2*). Движок подстроечного резистора *R3* устанавливают в левое по схеме положение. На вход подают переменное напряжение 70 В и измеряют напряжение на стабилитронах *Д7* и *Д8*. Оно должно составлять

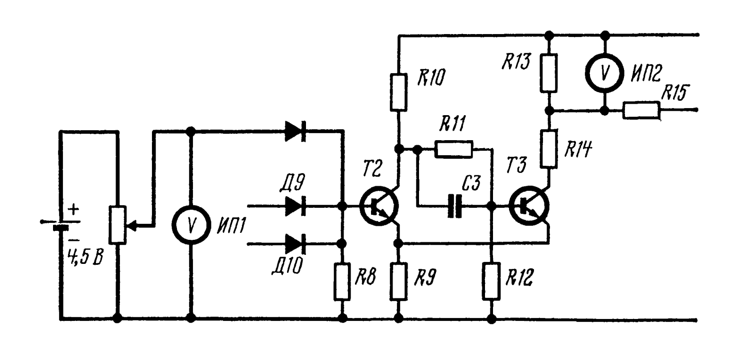


Рис. 3. Подключение дополнительных элементов при определении напряжения срабатывания и отпускания триггера Шмитта

примерно 1,5 В. Затем отключают напряжение 70 В и подают напряжение питания устройства (12 В).

Для определения напряжения срабатывания и отпускания триггера используют источник регулируемого напряжения постоянного тока (на рис. 3 показан утолщенными линиями). Плавно увеличивая выходное напряжение источника, контролируют падение напряжения на резисторе *R13* и на части делителя. Напряжение срабатывания и отпускания триггера определяют по показанию прибора *ИП1* в момент резкого изменения показания вольтметра *ИП2*. Напряжение отпускания триггера должно быть на 0,1—0,3 В больше напряжения стабилизации стабилитронов *Д7, Д8*. Напряжение отпускания должно быть меньше этой величины на 0,3—0,5 В. Подстройка чувствительности входа триггера производится подбором резистора *R9*.

После подбора резистора *R9* вспомогательные цепи исключают и на вход устройства подают регулируемое

переменное напряжение 10—20 В (например, через ЛАТр) и проводят измерения в следующем порядке.

При кратковременном замыкании выводов эмиттера и коллектора транзистора *T2* напряжение на резисторе *R13* должно скачком установиться близким к нулю и сохраняться после размыканий выводов.

Постепенно снижая напряжение на входе устройства, определяют напряжение, при котором напряжение на резисторе *R13* скачком возрастет и установится на уровне 1—1,2 В. Это напряжение (на входе устройства) находится в пределах 4—6 В.

Перемещая движок подстроечного резистора *R3* вправо по схеме добиваются, чтобы транзистор *T1* полностью закрылся при напряжении на входе, равном 50 В. Затем уменьшают напряжение на входе устройства до нуля.

Подсоединяют цепь коллектора транзистора *T4* и подбором резистора *R15* устанавливают такой ток базы транзистора *T4*, чтобы амплитуда импульсов на выходных обмотках трансформатора блокинг-генератора была достаточна для надежного открывания тиристоров. Следует стремиться к использованию резистора *R15* с возможно большим сопротивлением. Налаживание блокинг-генератора следует производить только при подключенных к выходным обмоткам блокинг-трансформатора управляющих переходов тиристоров или резисторов сопротивлением 150 Ом.

Проверку открывания тиристоров производят, предварительно отсоединив от них цепь напряжением 380 В. Для проверки используют простой пробник, состоящий из батареи напряжением 4,5 В и лампы накаливания (МН3,5×0,28). При подаче управляющих импульсов на управляющие электроды тиристоров, включенных встречно, лампа пробника должна загораться при подсоединении к аноду и катоду любого из тиристоров выводов пробника любой полярности.

Для подбора емкостей конденсаторов *C5* и *C6* в разрыв первичной цепи сварочного трансформатора, переключатель токов которого установлен в положении *«Малые токи»*, включают *RC* цепочку и измеряют напряжение на выводах разомкнутой вторичной обмотки сварочного трансформатора. При постоянном сопротивлении

резистора *R20* подбирают конденсатор такой емкости, которая бы обеспечила получение на выводах разомкнутой вторичной обмотки сварочного трансформатора напряжения, на 10—20% превышающего напряжение, определенное ранее (4—6 В).

Переключив сварочный трансформатор на бо́льшие токи, аналогично подбирают конденсатор *C6*. В статье емкости конденсаторов *C5* и *C6* даны для сварочного трансформатора ТД-500.

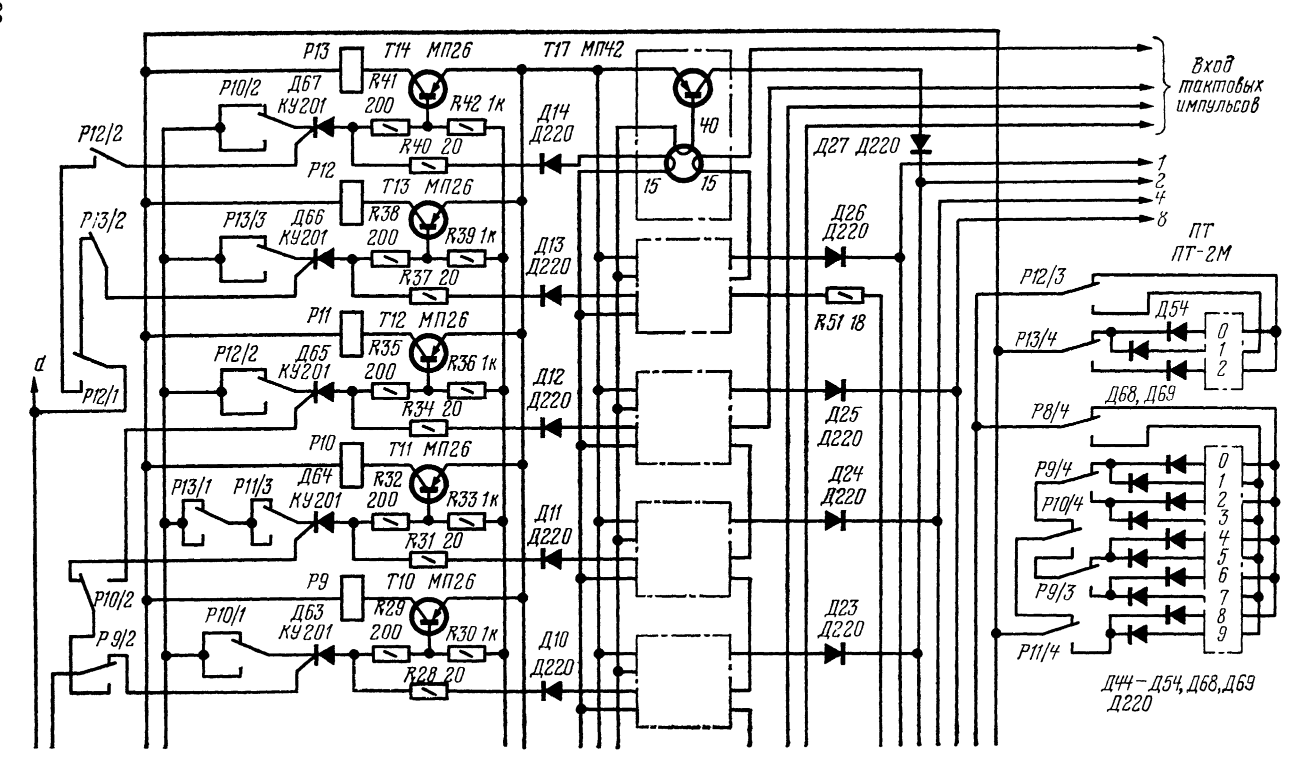
ЭЛЕКТРОННЫЕ ЧАСЫ С РЕГИСТРОМ ОПЕРАТИВНОЙ ПАМЯТИ

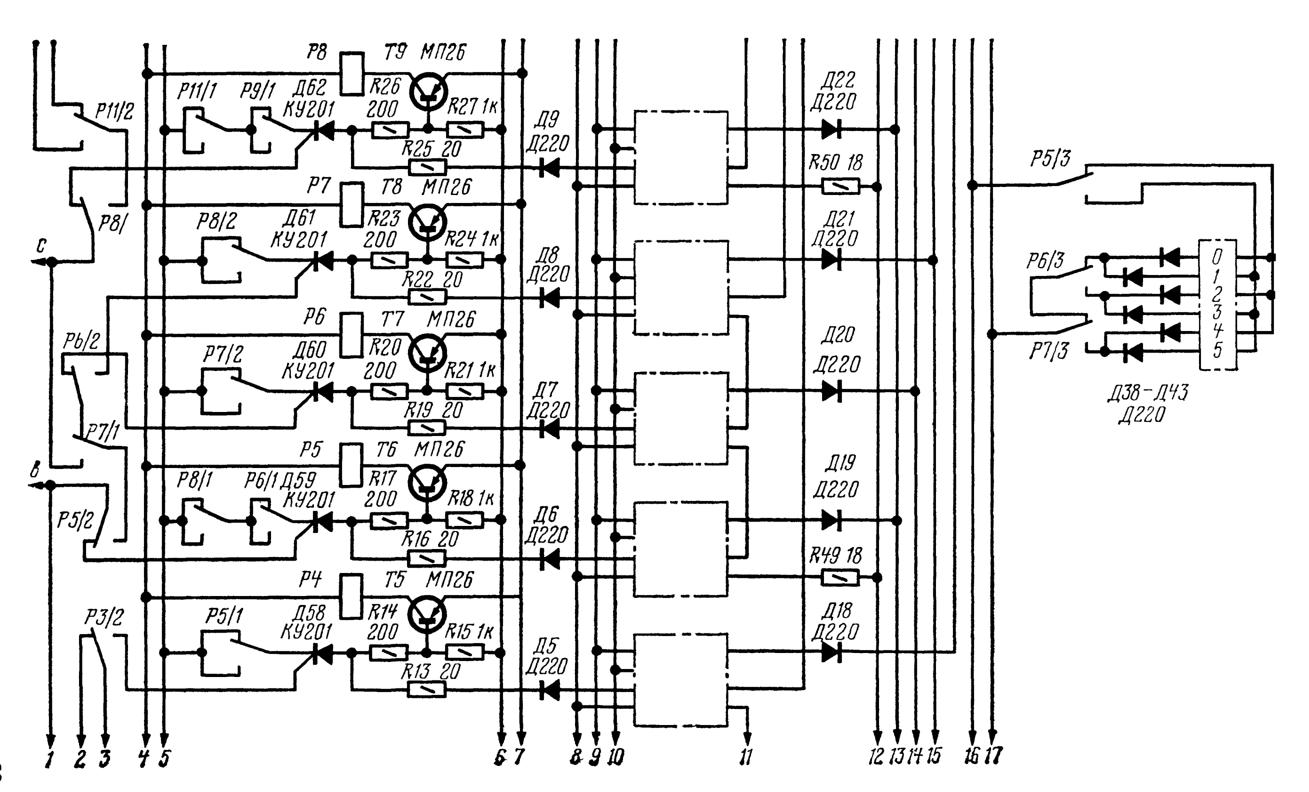
И. ЮНОШЕВ, К. БОНДАРЕНКО

Электронные часы с регистром оперативной памяти предназначены для работы от источника минутных импульсов, например часовой сети, и обеспечивают отсчет текущего времени суток с индикацией его в десятичной форме на цифровом табло.

Наличие в электронных часах регистра оперативной памяти не является функционально необходимым, но дает возможность значительно расширить область применения часов. Регистр, например, позволяет в любой момент передавать текущее время в различные автоматические устройства для регистрации каких-либо контролируемых событий, процессов (момента изменения состояния контролируемых устройств, параметров, действий). Собственно электронные часы с добавлением соответствующих разрядов можно использовать и как счетчик электрических импульсов с частотой следования до 100 Гц или, при соответствующей группировке контактов реле, как программные часы. Электронные часы с регистром памяти можно также встраивать в различные автоматические тренажеры для регистрации времени реакции с точностью до 0,01 с (при запуске от генератора импульсов 100 Гц).

Питаются электронные часы от отдельного блока питания (на схеме не показан), обеспечивающего выходные напряжения 0,8; 2; 12 и 27 В. Часы устойчиво работают в интервале температур от —15 до +35°С


P13
T14 МП26
T17 МП42
Вход тактовых импульсов
P10/2
Д67
КУ201
R41
200
R42 1к
Д14
Д220
40
P12/2
R40 20
Д27 Д220
P12
1
2
4
8
T13 МП26
15
15
P13/2
P13/3
Д66
КУ201
R38
200
R39 1к
Д13
Д220
Д26
Д220
ПТ
ПТ-2М
R37 20
P12/3
R51 18
Д54
P11
T12 МП26
0
1
2
d
P12/2
Д65
КУ201
R35
200
R36 1к
Д12
Д220
P13/4
P12/1
R34 20
Д25
Д220
Д68, Д69
P8/4
P10
T11 МП26
P13/1
P11/3
Д64
КУ201
R32
200
R33 1к
Д24
Д220
P9/4
0
1
2
3
4
5
6
7
8
9
P10/4
Д11
Д220
R31 20
P10/2
P9
T10 МП26
P9/3
P10/1
Д63
КУ201
R29
200
R30 1к
Д23
Д220
P9/2
Д10
Д220
P11/4
R28 20
Д44 – Д54, Д68, Д69
Д220



Р8
Т9 МП26
Р11/1
Р9/1
Д62
КУ201
R26
200
R27 1к
Р11/2
R25 20
Д9
Д220
Р8/
с
Р7
Т8 МП26
Р8/2
Д61
КУ201
R23
200
R24 1к
R22 20
Д8
Д220
Р6
Т7 МП26
Р6/2
Р7/2
Д60
КУ201
R20
200
R21 1к
R19 20
Д7
Д220
Р7/1
Р5
Т6 МП26
в
Р8/1
Р6/1
Д59
КУ201
R17
200
R18 1к
Р5/2
R16 20
Д6
Д220
Р4
Т5 МП26
Р3/2
Р5/1
Д58
КУ201
R14
200
R15 1к
R13 20
Д5
Д220
Д22
Д220
R50 18
Д21
Д220
Д20
Д220
Д19
Д220
R49 18
Д18
Д220
Р5/3
Р6/3
Р7/3
0
1
2
3
4
5
Д38–Д43
Д220
1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 11 12 13 14 15 16 17

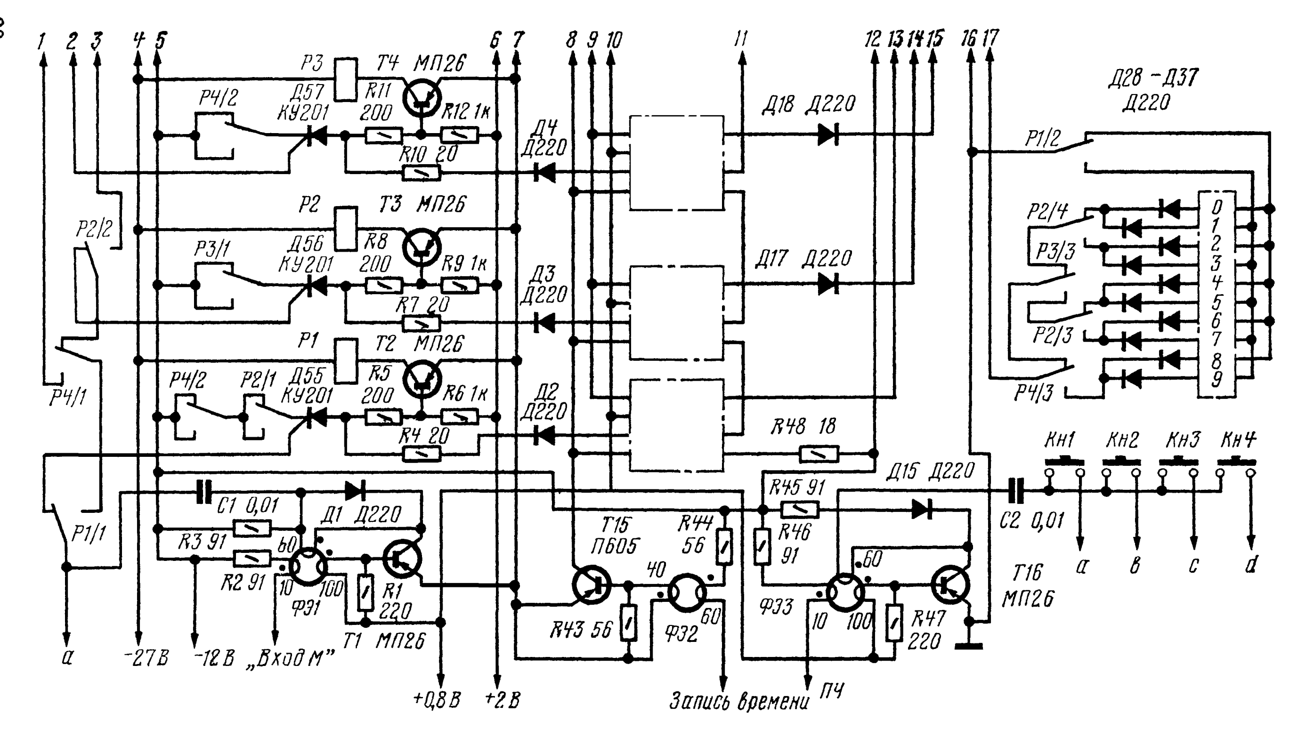


Рис 1. Принципиальная схема электронных часов

при колебании питающего напряжения ±20%. Максимальный ток, потребляемый от источника питания, зависит от числа одновременно включенных тиристоров и реле и не превышает 0,5 А.

Электронные часы с регистром оперативной памяти (рис. 1) состоят из четырех двоично-десятичных счетчиков минут и часов с формирователями импульсов запуска и коррекции часов, релейных дешифраторов с цепями записи и опроса ячеек памяти и выходных шин двоично-десятичного кода.

Двоично-десятичные счетчики минут и часов выполнены на тиристорах КУ201 и электронных ключах (транзисторы МП26). Нагрузкой транзисторов служат реле, в основном РЭС-22. Особенностью счетчиков является простота устройств включения и выключения тиристоров, а также цепей обратной связи. Разряды всех счетчиков выполнены по однотипной схеме.

Для надежного запуска тиристоров, независимо от формы минутных импульсов, между часовой сетью (или генераторами минутных импульсов) и счетчиками включен формирователь запускающих импульсов. Он представляет собой ждущий блокинг-генератор, выполненный на транзисторе *Т1* и ферритовом кольце *(ФЭ1)*. При поступлении на *«Вход М»* минутных импульсов на выходе формирователя появляется прямоугольный импульс положительной полярности длительностью 120 мкс, который через разделительный конденсатор *С1* и контакты *Р1/1* поступает на управляющий электрод тиристора *Д55* первого разряда счетчика единиц минут. При его включении открывается транзисторный ключ (транзистор *Т2*) и срабатывает реле *Р1*. Контакты этого реле разрывают цепь управления тиристора *Д55* и подготавливают цепь включения тиристора *Д56*.

С приходом второго импульса открывается тиристор *Д56* и срабатывает реле *Р2*. Контакты реле подготавливают цепь включения тиристора *Д57* и включают тиристор *Д55* (контакты *Р1/1* возвращаются в исходное состояние). Третий минутный импульс включает тиристоры *Д55* и *Д56*. При этом контакты реле *Р1* и *Р2* подключат к выходу формирователя управляющий электрод тиристора *Д57*. Четвертый минутный импульс включает тиристор *Д57* с соответствующим ему реле *Р3*, а реле *Р1* и *Р2* отключатся и т. д.

На десятой минуте через контакты *Р1/1* и *Р4/1* включится тиристор *Д59* — первый разряд счетчика десятков минут (в этом счетчике счет ведется только до пяти), а все тиристоры счетчика единиц минут и их реле будут отключены.

С приходом пятьдесят девятого импульса контакты реле *Р/1, Р4/1, Р5/2* и *Р7/1* подготовят цепь включения тиристора *Д62* (первого разряда счетчика единиц часов). Шестидесятый импульс включит его, сбросив предыдущие счетчики на «нуль». Таким образом, счет ведется до 23 ч 59 мин. С наступлением последней минуты суток происходит установка всех счетчиков электронных часов в исходное состояние, так как при этом срабатывает реле *Р10*, которое своими контактами *Р10/2* отключает тиристор *Д67*, а следовательно, и реле *Р13*. Реле *Р13*, в свою очередь, отключает тиристор *Д64*, а с ним и реле *Р10*. Таким образом, счет времени новых суток начинается с 00 ч 00 мин.

Параллельно с работой счетчиков минут и часов работают релейные дешифраторы с выбором четных и нечетных цепей, которые в соответствующие моменты создают цепи для включения определенных цифр текущего времени на цифровом табло ПТ-2М или других типов.

Для удобства установки и коррекции времени в электронных часах предусмотрен второй формирователь импульсов, выполненный на транзисторе *Т16* (аналогичный первому ждущему блокинг-генератору), и четыре кнопки *Кн1—Кн4*. При нажатии кнопок импульсы с блокинг-генератора подаются на управляющие электроды тиристоров *Д55, Д59, Д62, Д66*. На вход формирователя (*«Вход ПЧ»*) необходимо подавать импульсы с частотой следования в несколько герц от отдельного генератора (на схеме не показан).

Для передачи текущего времени на автоматические или печатающие устройства в часах предусмотрена запись этого времени в регистр памяти импульсом *«Запись времени»*. Считывание записанной информации с регистра происходит потетрадно с помощью тактовых импульсов При этом на выходных шинах регистра памяти появляется информация о текущем времени в коде 1-2-4-8.

Дешифратор единиц минут

Дешифратор десятков минут

Дешифратор единиц часов

Дешифратор десятков часов

Л1 ИН12

Л2 ИН12

Л3 ИН12

Л4 ИН12

Д28-Д37 Д226Б

Д38-Д43 Д226Б

Д44-Д55 Д226Б

Д56 Д58 Д226Б

R48-R57 150к

R58-R63 150к

R64-R73 150к

R74 R76 150к

Д27 Д226Б

~220В

Рис. 2. Подключение электронных часов к цифровым индикаторам

Правильно собранный блок времени практически налаживания не требует. В качестве ячеек памяти могут быть использованы любые унифицированные ячейки памяти (феррит-транзисторные ячейки) или изготовленные самостоятельно на базе сердечников, имеющих прямоугольную петлю гистерезиса. Начала обмоток феррит-транзисторных ячеек обозначены точками. Число витков каждой обмотки указано на раскрытых схемах формирователей импульсов и ячеек памяти.

Цифровое табло может быть выполнено на индикаторных лампах типа ИН12, схема подключения которых к дешифраторам приведена на рис. 2. При указанном на схеме положении контактов реле на каждой из ламп *Л1—Л4* будет гореть цифра «0».

Электронные часы с регистром оперативной памяти смонтированы на плате из листового изоляционного материала размером 320×160 мм.

В часах использованы реле РЭС-22 (*Р2—Р13* — паспорт РФ4.500.125) и РЭС-9 (*Р1* — паспорт РС4.524.201).

СОДЕРЖАНИЕ

В СТК ДОСААФ

Радиоспортивная аппаратура

Измерительная техника

Усилители низкой частоты

Радиолюбителю-конструктору

Электроника в быту

Цвет и музыка

Мотолюбителям

Электроника в народном хозяйстве

6Ф2. 9
В80

В помощь радиолюбителю. Выпуск 54. М., ДОСААФ
В80 СССР, 1976.

95 с. с ил.

На конц. пол.: сост. А. И. Гусев.

В сборнике приведены описания приемника прямого преобразования, нескольких измерительных приборов и электронных часов. Рассчитан сборник на широкий круг радиолюбителей.

В $\frac{30402-073}{072(02)-76}$ 108—76 6Ф2. 9

В помощь радиолюбителю

Выпуск 54

Составитель Александр Иванович Гусев

Редактор *Л. И. Карнозов*
Художественный редактор *Т. А. Хитрова*
Технический редактор *З. И. Сарвина*
Корректор *И С Судзиловская*

Г-80704 Сдано в набор 11/II-1976 г. Подписано к печати 18/VI-1976 г. Изд. № 2/786. Формат 84×108$^{1}/_{32}$. Бумага типографская № 1. Тираж 500 000 экз Зак. № 989. Цена 22 коп. Усл. п л. 5,04. Уч.-изд. л. 4,83.

Ордена «Знак Почета» Издательство ДОСААФ СССР.
107066, Москва, Б-66, Новорязанская ул, д 26

Киевская книжная фабрика республиканского производственного объединения «Полиграфкнига» Госкомиздата УССР, ул. Воровского, 24.


В ПОМОЩЬ РАДИОЛЮБИТЕЛЮ
ВЫПУСК
54
1976